

第4章 VoIP的基本配置

本章主题：

- 支持基本 VoIP的Cisco硬件平台类型
- 语音端口的类型及其特殊的用途
- 针对公司里语音基础设施而定的拨号方案
- 在路由器上开发对等拨号程序以实施拨号方案
- 对语音端口和拨号对等体进行精确调整
- 通过网络获取语音数据的各种方法
- 对服务质量（QoS）的考虑和实施
- 基本帧中继标准和方法

4.1 语音端口的各种类型

有几种不同类型的语音端口，以下部分将对它们进行详细地讨论。

4.1.1 局外交换站接口

局外交换站接口（Foreign Exchanges Station FXS）配置了标准RJ-11连接端口（见图4-1）。FXS端口用来将路由器连接到标准电话设备和终端局，如：基本电话设备，键盘装置，传真机。FXS端口提供振铃电压，拨号音和其他到终局的基本信号。

4.1.2 局外交换局接口

局外交换局接口（Foreign Exchanges Office FXO）端口也配置了RJ-11连接端口（见图4-1和表4-1）。然而，FXO端口并不支持基本电话设备所需的信号和电压，它用来将IP网络连到诸如PSTN（公共交换电话网）和CO（办事处）之类的备用设备上，或者连接到PBX专用线路接口。可以设置几个与PBX专用线路特征值兼容的不同参数。

表4-1 RJ-11的插脚引线

| 插 脚 | 信 号 |
|-----|-----|
| 1 | — |
| 2 | — |
| 3 | 振铃 |

(续)

| 插 脚 | 信 号 |
|-----|-----|
| 4 | 提示 |
| 5 | — |
| 6 | — |

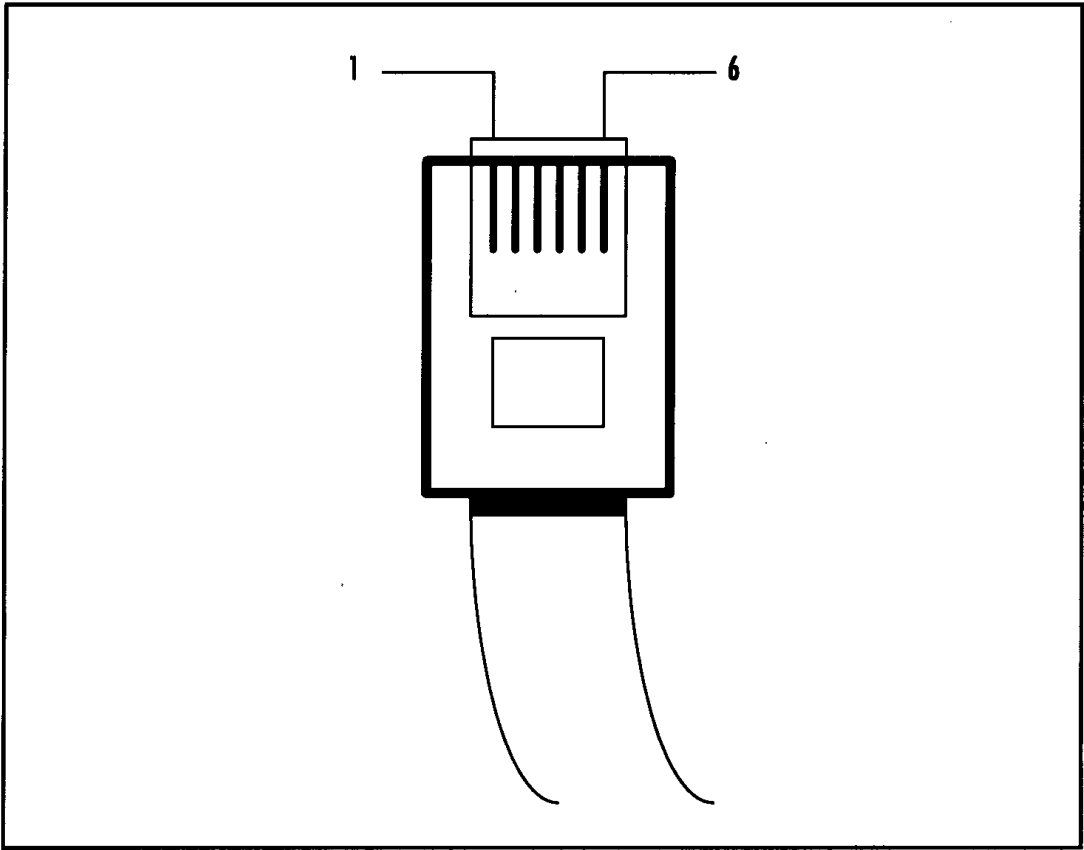


图4-1 RJ-11的插脚引线

4.1.3 听说接口

听说接口（Ear and Mouth E&M）是RJ-48C型的连接器（见图4-2），允许到PBX干线（又称专用线路）的连接。E&M接口可以使用特定的用来指示不同PBX系统特殊属性的衰减、增益、阻抗设置来编程。

E&M是有关2线、4线电话线和干线的信令技术器件。连接和插脚引线清单如表 4-2所示。

表4-2 E&M插脚引线

| 插脚 | 信号 | 2线业务，类型 描述 | 4线业务，类型 | | | | | | | |
|----|--------|---------------|---------|----|----|---|----|----|----|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 1 | SB | - 48V的信令电池 | — | SB | SB | — | — | SB | SB | — |
| 2 | M-lead | 信令输入 | M | M | M | M | M | M | M | M |
| 3 | R | 振铃，音频输入 | — | — | — | — | R | R | R | R |
| 4 | R或R1 | 振铃，音频输入/输出或输出 | R | R | R | R | R1 | R1 | R1 | R1 |
| 5 | T或T1 | 提示，音频输入/输出或输出 | T | T | T | T | T1 | T1 | T1 | T1 |
| 6 | T | 提示，音频输入 | — | — | — | — | T | T | T | T |
| 7 | E-lead | 信令输出 | E | E | E | E | E | E | E | E |
| 8 | SG | 信令接地返回 | — | SG | SG | — | — | SG | SG | — |

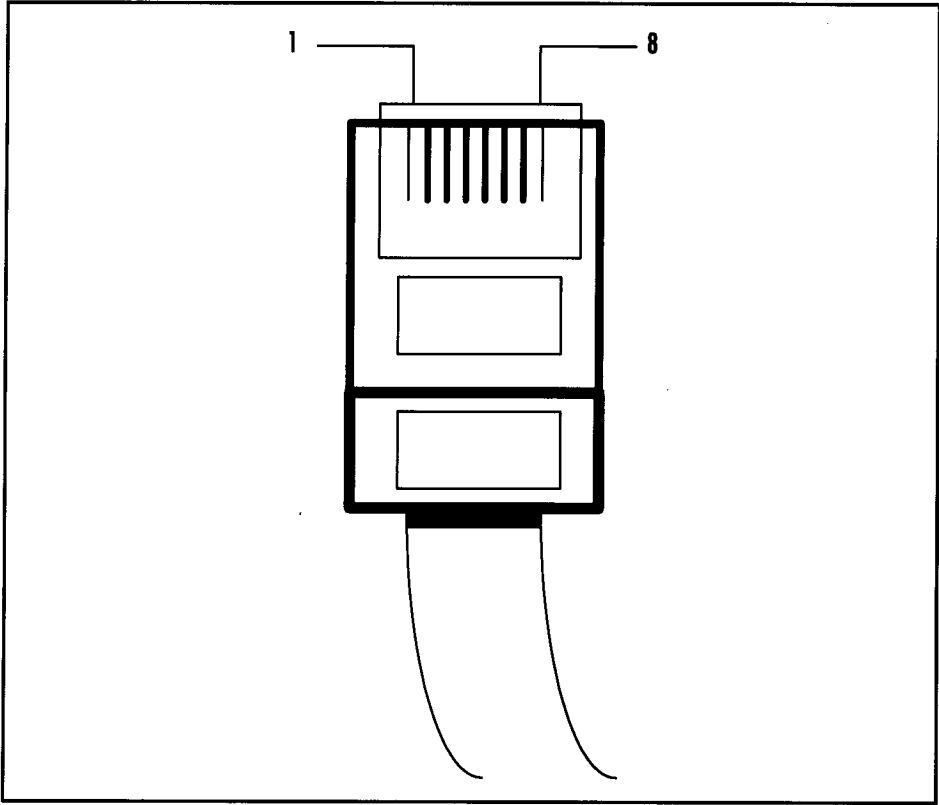


图4-2 RJ-48C插脚引线

4.1.4 T1语音连接

Cisco 2600、3600、7200和AS 5300系列设备具有T1语音连接能力。2600、3600、7200系列

路由器具有 VoFR和VoIP功能。AS 5300能实现 VoIP、VoHDLIC或VoFR技术。T1内的语音信道 (DS0 信道) 是为 VoFR或VoHDLIC而配置的。

Controller t1 0命令用来为本地干线连接到 PBX或电话公司的交换机的 T1语音模块进行设置, mode命令用来精确调整 T1所希望的组帧和信令类型。

7200系列和 AS 5300系列主要用作从 T1中继线路到 PBX和从 PSTN到IP互联网的串联的交换点。2600和3600路由器现在也能实现此功能, 因为每个卡上增加了两个支持语音 T1 / E1接口的 T1 / E1 电路。T1 / E1 VXC 网络模块卡也用于 7200系列路由器, 并且每块卡最多支持两个 T1。AS5300系列接入交换使用最多支持4个T1的T1载波卡。

7200用来实现 T1终止语音流入 WAN的功能, 并能转发信号到 3600, 2600和AS5300系列路由器以完成整个处理过程。

4.2 语音网络模块和语音端口模块

为了在Cisco路由器实现 VoIP, 首先需要理解 VoIP技术所需的不同类型的硬件和路由器端口。语音网络模块和语音接口卡 (VIC, 声卡) 使用 VoIP命令以实现语音在 Cisco路由器上的通信。

4.2.1 语音网络模块

语音是模拟信号, 而 IP网络传输的是数字信号, 因此为使 3600和2600系列路由器能够处理语音, 必须安装能够将模拟信号解释成可以通过 IP网络传输的数字格式的设备。语音网络模块 (Voice Network Module VNM) 就是被设计成用来实现这一目的, 并且每台路由器至少需要一个 VNM以处理语音流量。

2600 / 3600系列路由器有两种不同的 VNM模块:

- NM-1V, 即单插槽 VNM, 如图4-3所示。如果在 NM-1V上安装一个声卡 (VIC), 就有两个语音端口了。

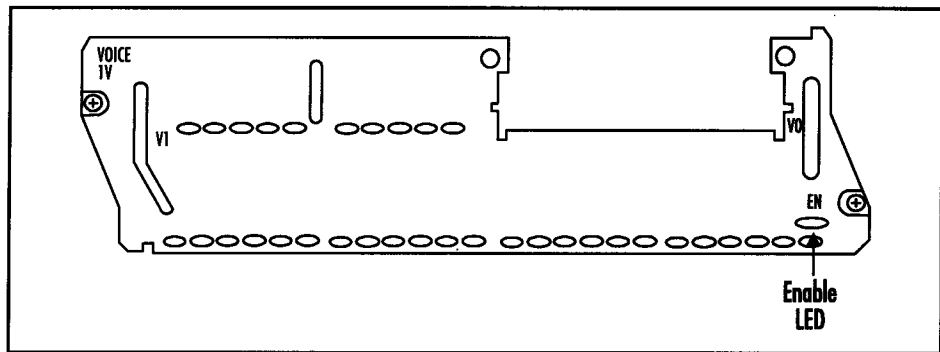


图4-3 NM-1V语音网络模块

- NM-2V, 即两插槽型的 VNM。如果在 NM-2V上安装两个 VIC, 就会有四个语音端口 (见图4-4)。

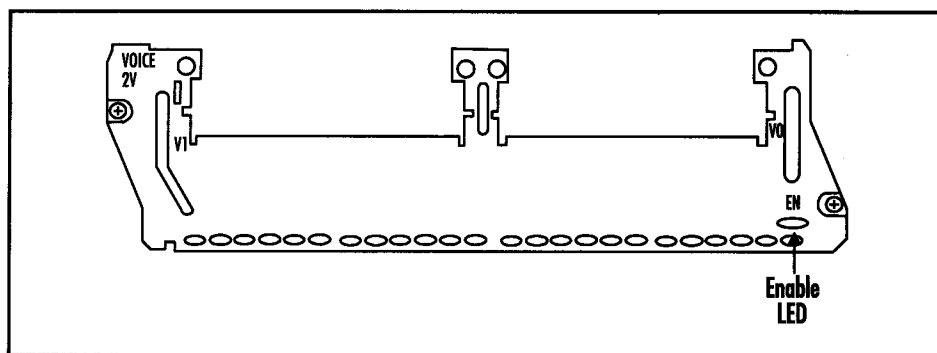


图4-4 NM-2V语音网络模块

4.2.2 不同类型的声卡

与语音网络模块（VNM）协同工作能够提供多种功能的 VIC 声卡模块有几种不同的类型。这一部分描述当前使用的语音模块类型，以及一些在路由器中如何区别它们的详细说明。

VIC-2E / M

VIC - 2E / M 是具有两个端口的 E&M 模块，如图 4-5 所示，通常都被用来将 IP 网络直接连到 PBX 系统上。它能够配置为联接大部分 PBX 中继线路端口的特定设置。E&M 端口的颜色编码通常都是褐色。

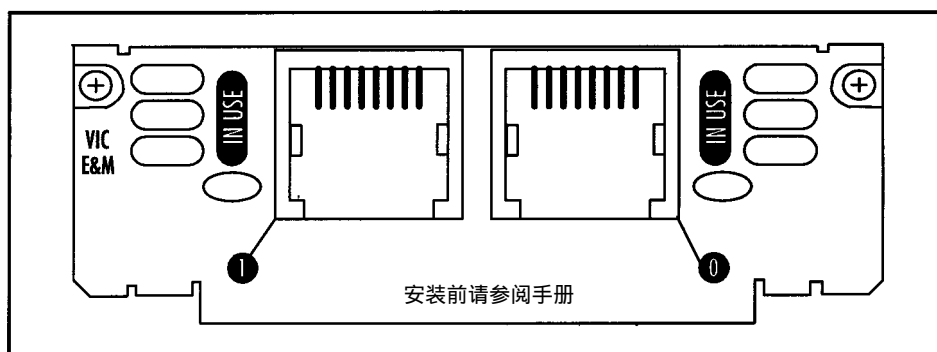


图4-5 VIC-2E / M

警告：

不要将 E&M 端口连到 PSTN 上。因为这会导致中断和无法预料的结果返回至 STN 的中心站。

VIC-2FXS

VIC - 2FXS 是双端口局外交换站（FXS）模块，如图 4-6 所示，被用来直接连接终端设备，

例如电话，键盘或传真。通过提供振铃电压、拨号音和其他终端专用功能，这些端口能够支持特殊连接。FXS端口的颜色编码通常都是灰色。

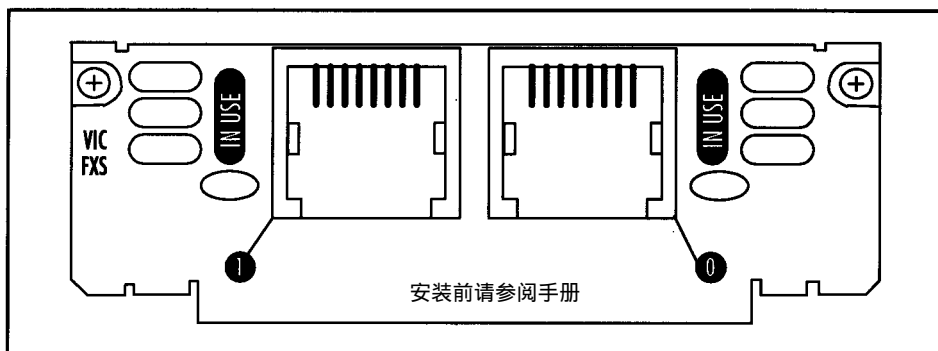


图4-6 VIC-2FXS

警告：

不要将FXS端口连到PSTN。因为FXS端口没有被设计成可以用来处理到PSTN的直接连接。

VIC-2FXO

VIC - 2FXO是两端口局外交换局（FXO）模块（见图4-7），通常都被用来直接连到PBX或PSTN。这是一个标准电话提供的接口类型。FXO端口的颜色编码通常都是粉红色。北美以外的其他地区使用其他类型的FXO卡来实现交换和信令技术。VIC-2FXO-EU型适用于欧洲，VIC-2FXO-M3型适用于澳大利亚。

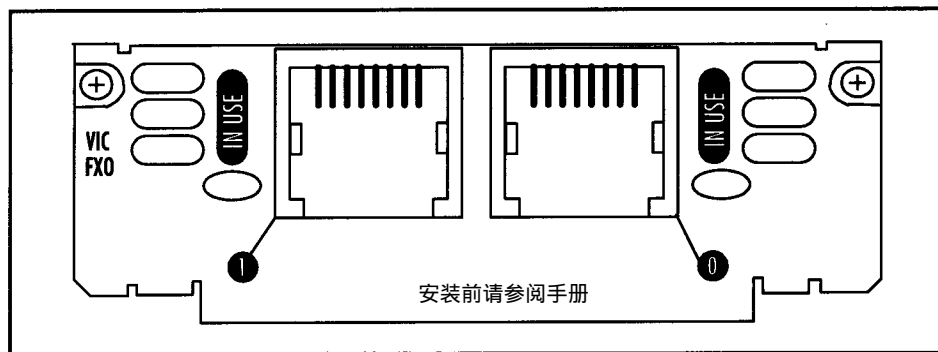


图4-7 VIC-2FXO

警告：

只能将你所在国家认可的FXO端口连到PSTN。否则，只能将FXO连到PBX（从PBX到PSTN的连接是允许的）。

4.2.3 把VNM和VIC连接到路由器

新的Cisco路由器标准将采用基于底板的硬件格式，它能够被定制成适合任何业务需要，并能量化成任何功能等级。根据不同业务的需要，可以有不同的底板格式适应 VoIP的安装。本节列出了不同类型的路由器底板。

1. 2600系列路由器的配置

2600系列路由器有多种基本配置，在目前可用的标准网络接口（RJ - 45端口，串口，ISDN端口）的数量和/或类型上有所不同。在所有不同的配置中，只有一个额外的网络模块插槽。如果决定将网络模块插槽用作语音传输，那么，根据所用的 NVM类型，该插槽将支持 2到4个语音端口。表 4-3示出了需要安装 Cisco IOS的哪一种版本来支持 2600系列路由器的各种语音模块。

表4-3 针对Cisco 2600系列路由器适用于Cisco IOS各个版本的WAN和声卡（VIC）选项

| WAN接口卡 | Cisco IOS版本 | | |
|--|-------------|-----------|----------|
| | 11.3T | 12.0 | 12.0T |
| 1端口T1 / FT1（WIC-1DSU-T1） | 11.3（4）T | — | 12.0（1）T |
| 2端口FXS语音/传真接口（VIC-2FXS） | 11.3（1）T | 12.0（1） | 12.0（1）T |
| 2端口FXO语音/传真接口（VIC-2FXO） | 11.3（1）T | 12.0（1） | 12.0（1）T |
| 2端口E&M语音/传真接口（VIC-2E/M） | 11.3（1）T | 12.0（1） | 12.0（1）T |
| 适用于欧洲的2端口FXO语音/传真接口（VIC-2FXO-EU） | 11.3（6）T | — | 12.0（1）T |
| 适用于澳大利亚的2端口E&M语音/传真接口（VIC-2E/M-M3） | 11.3（6）T | — | 12.0（1）T |
| 2端口ISDN BRI语音接口（VIC-2BRI-S/T-TE） | — | 12.0（2）XD | — |
| 1端口T1变位灵活的干线接口（VWIC-1MFT-T1） | — | — | 12.0（4）T |
| 1端口E1变位灵活的干线接口（VWIC-1MFT-E1） | — | — | 12.0（4）T |
| 2端口T1变位灵活中继接口（VWIC-2MFT-T1） | — | — | 12.0（4）T |
| 2端口E1变位灵活中继接口（VWIC-2MFT-E1） | — | — | 12.0（4）T |
| 带丢失和插入的2端口T1变位灵活的干线接口（VWIC-2MFT-T1-D1） | — | — | 12.0（4）T |
| 带丢失和插入的2端口E1变位灵活的干线接口（VWIC-2MFT-E1-D1） | — | — | 12.0（4）T |

2. 3600系列路由器的配置

3600系列路由器有三种型号：具有两个网络模块插槽的 3620；具有四个网络模块插槽的 3620；具有六个网络模块插槽的 3660。每个插槽最多支持四个模拟语音端口。模拟端口的细目分类如表4-4所示。注意这些单元也支持数字 T1语音连接，这将显著提高每个机箱的语音端口的密度。

表4-4 3600系列网络模块容量

| 底板类型 | 配有最大语音端口数的NM-1V | 配有最大语音端口数的NM-1V |
|------|-----------------|-----------------|
| 3620 | 4 | 8 |
| 3640 | 8 | 16 |
| 3660 | 12 | 24 |

表4-5示出了需要安装Cisco IOS的哪一个修订版本才能支持不同的语音模块。

表4-5 Cisco 3600系列路由器Cisco IOS不同版本的WAN和声卡（VIC）选项

| WAN接口卡 | Cisco IOS版本 | | | | | |
|--|-------------|-----------|---------|----------|-----------|----------|
| | 11.1 | 11.2 | 11.3 | 11.3T | 12.0 | 12.0T |
| 1端口串行（WIC-1T） | 11.1(7)AA | 11.2(5)P | 11.3(1) | 11.3(3)T | 12.0(1) | 12.0(1)T |
| 1端口T1（WIC-1DSU-T1） | — | 11.2(12)P | — | 11.3(3)T | — | 12.0(1)T |
| 2端口FXS语音/传真接口（VIC-2FXS） | — | — | — | 11.3(1)T | 12.0(1) | 12.0(1)T |
| 2端口FXO语音/传真接口（VIC-2FXO） | — | — | — | 11.3(1)T | 12.0(1) | 12.0(1)T |
| 2端口E&M语音/传真接口（VIC-2E/M） | — | — | — | 11.3(1)T | 12.0(1) | 12.0(1)T |
| 适用于欧洲的2端口FXO语音/传真接口（VIC-2FXO-EU） | — | — | — | 11.3(6)T | — | 12.0(1)T |
| 适用于澳大利亚的2端口E&M语音/传真接口（VIC-2E/M-M3） | — | — | — | 11.3(6)T | — | 12.0(1)T |
| 2端口ISDN BRI语音接口（VIC-2BRI-S/T-TE） | — | — | — | — | 12.0(2)XD | — |
| 1端口T1变位灵活的干线接口（VWIC-1MFT-T1） | — | — | — | — | — | 12.0(4)T |
| 1端口E1变位灵活的干线接口（VWIC-1MFT-E1） | — | — | — | — | — | 12.0(4)T |
| 2端口T1变位灵活的干线接口（VWIC-2MFT-T1） | — | — | — | — | — | 12.0(4)T |
| 2端口E1变位灵活的干线接口（VWIC-2MFT-E1） | — | — | — | — | — | 12.0(4)T |
| 带丢失和插入的2端口T1变位灵活的干线接口（VWIC-2MFT-T1-D1） | — | — | — | — | — | 12.0(4)T |
| 带丢失和插入的2端口E1变位灵活的干线接口（VWIC-2MFT-E1-D1） | — | — | — | — | — | 12.0(4)T |

4.3 语音端口电缆和配置

当配置Cisco基于底板的路由器时，为正确实现配置，非常有必要理解插槽和功能卡的编号。此部分将讨论Cisco路由器的编号方案。

4.3.1 2600和3600系列的语音编号

Cisco IOS配置命令使用以下句法来确定语音端口：

```
Voice port router-slot / voice-slot / VIC-port
```

图4-8、图4-9和图4-10举例说明了如何确定这些端口号。

例如，如果想在3640底板上第3个插槽的NM-2V模块上安装2块声卡（VIC），端口号会是3 / 0 / 0，3 / 0 / 1，3 / 1 / 0和3 / 1 / 1。原则就是沿网络模块插槽从右到左，从下到上来进行编号。网络模块本身的插槽按从右到左编号为0和1。VIC的编号使用相同的方式。为确保得到正确的端口编号，在路由器上使用show voice port或show running-config命令来查看端口编号方案。

1. LED状态

VIC配备LED可以对硬件反应进行诊断。每个语音端口只有1个LED，并且它可以表示活动

或休止状态。当LED灯变亮为绿色时，说明端口上有信号在活动。当LED的灯灭时，端口处于休止状态。

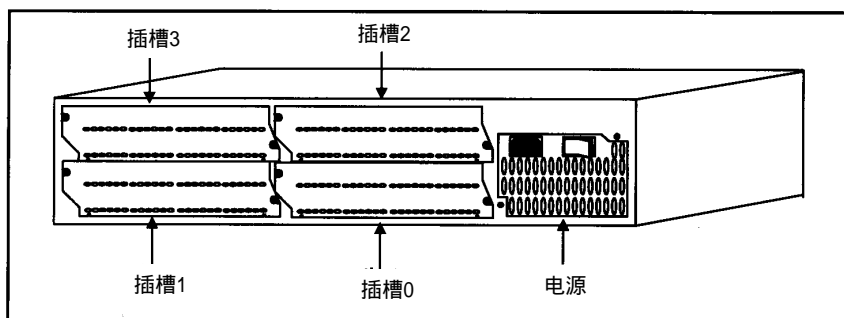


图4-8 3640的底板插槽编号方案

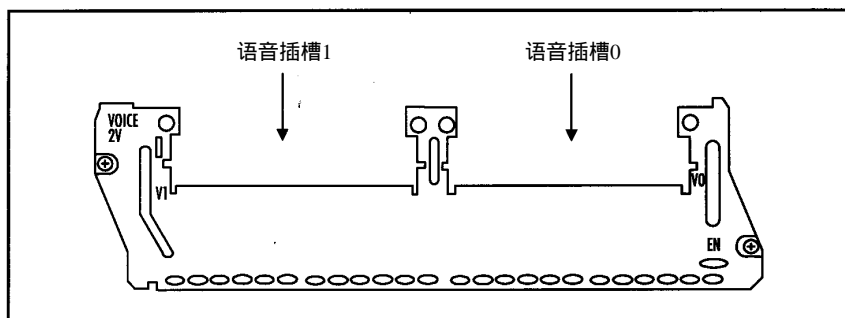


图4-9 NM-2V插槽编号方案

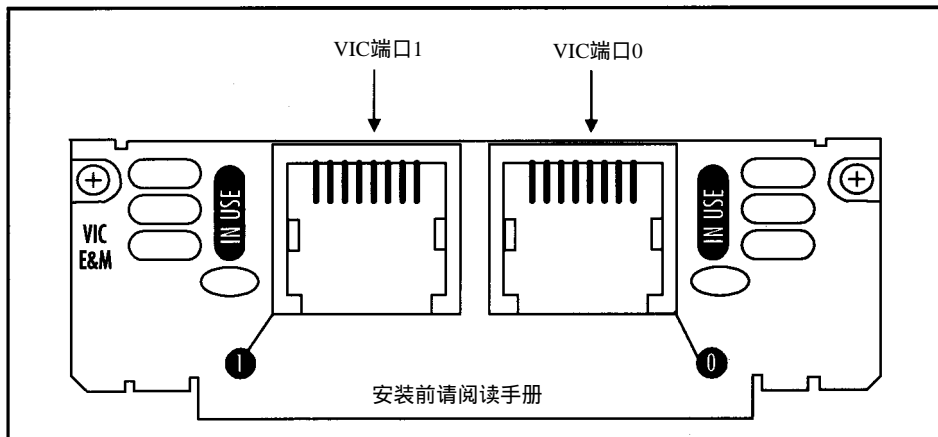


图4-10 VIC端口编号方案

2. 配置2600 / 3600的语音端口

我们已经讨论了VNM和VIC的基本硬件安装。下一步就是在 Cisco路由器IOS上配置各种卡。以下部分介绍声卡（VIC）的配置。

3. 配置FXO或FXS语音端口

必须设置一些基本的配置参数以使语音端口工作。所有这些参数都有缺省设置，并且在大部分情况下，FXS和FXO端口使用缺省配置值就足以应付各种情况。所以，通常都不需要用户进行干涉。下面的设置对任何FXS / FXO端口进行配置时都是必不可少的：

- 信号类型
- 呼叫进程音
- 振铃频率
- 振铃数
- 拨号类型（仅用于FXO）

按表4-6列出的步骤可以完成所有FXS / FXO语音端口的一个基本设置。

表4-6 FXS / FXO语音端口的基本设置

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|---|-------------------------|
| 1 | Configure terminal | 输入全局配置模式 |
| 2 | Voice-port nm-module / vic-module / port-number | 确认要配置的端口 |
| 3 | Signal [loop-start ground-start] | 选择一个合适的呼叫开始的信令 |
| 4 | Cptone country-code | 选择合适的呼叫进程信令的国家编码。缺省值是北美 |

在配置FXO端口时还需要进行表4-7列出的步骤。

表4-7 配置FXO端口

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|------------------------|---------------|
| 1 | Dial-type [dtmf pulse] | 指定合适的出拨号类型 |
| 2 | Ring frequency [25 50] | FXO所附系统的振铃频率 |
| 3 | Ring number number | 应答呼叫前允许的最多振铃数 |

FXS / FXO端口还有一些可选配置，有的是必要的，有的是不必要的，这要视网络安装所需的特殊组件而定。下面的设置只是为了可用性和方便性，对语音端口的正常工作来说并不是必须的。

- PLAR连接模式。
- 音乐阈值。
- 描述。
- 舒适噪音（仅当 VAD在拨号对等体中被激活时有效。参阅本章后面部分以获得更多有关 VAD-Voice Activity Detection（语音激活监测）的信息）。

使用表4-8列出的命令可以调整这些可选的设置。

表4-8 调整FXS / FXO端口的配置设置

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|-----------------------|---|
| 1 | Connection plar sting | 表明端口配置为专用线路自动回铃 PLAR (Private Line Auto Ring-down) (若需PLAR更多的知识, 参阅本章后面的部分) |
| 2 | Music-threshold numer | 使音乐可以听见的分贝阈值 |
| 3 | Description string | 端口描述区 |
| 4 | Comfort-noise | 当无噪音时, 为用户舒适而生成的背景噪音 |

4. 配置E&M语音端口

与FXS / FXO缺省值相反, E&M缺省设置不能足以驱动 VoIP工作。这是因为E&M端口被设计成直接连到PBX上, 因而它必须与特定的 PBX规范相匹配。为完成一个 E&M端口配置, 以下设置是必须的:

- 拨号类型。
- 信号类型。
- 呼叫进程音。
- 业务。
- 类型。
- 阻抗。

表4-9列出的步骤适于完成所有 E&M语音端口的基本安装。

表4-9 所有E&M语音端口的基本安装

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|---|-------------------------|
| 1 | Configure terminal | 输入全局配置模式 |
| 2 | Voice-port nm-module / vic-module / port-number | 标识要配置的端口 |
| 3 | Signal [wink-start imme-diate delay-dial] | 为接口选择合适的信令 |
| 4 | Cptone country-code | 选择合适的呼叫进程信令的国家编码。缺省值是北美 |
| 5 | Dial-type [dtmf pulse] | 指定合适的往外面拨打的拨号类型 |
| 6 | Operation [2-wire 4-wire] | 电缆方案选择 |
| 7 | Type [1 2 3 5] | 选择合适的E&M接口类型 (见表4-2) |
| 8 | Impedance [600c 600r complex1 900c complex2] | 指明与所附PBX特征相匹配的终端阻抗 |

E&M端口还有一些可选配置, 但对正常工作来说并不是必须的。像 FXS / FXO端口, 下面的配置是为了优化和提高可用性而使用的:

- 连接模式。
- 音乐阈值。
- 描述。
- 舒适噪音 (仅当VAD被激活时有效)。

使用表4-10列出的命令来调整这些选项设置。

表4-10 调整E&M端口的配置参数

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|------------------------|--|
| 1 | Connection plar sting | 表明端口配置为专用线路自动回铃 PLAR (若需PLAR更多的知识，参阅本章后面的部分) |
| 2 | Music-threshold number | 使音乐可以听见的分贝阈值 |
| 3 | Description string | 端口描述区 |
| 4 | Comfort-noise | 当无噪音时，为用户舒适而生成的背景噪音 |

5. 语音端口调整命令

根据VoIP环境的特殊需要，要对语音传输的各个变量进行精确调整。语音端口精确调整命令是应用于语音端口上的指令，用来调整时间、延迟、阻抗参数、输入增益和输出衰减。一旦调整好这些量，就可以调节传输中的另一些问题，诸如幅度控制、如何拨号、挂断信号前语音端口要等多长时间。

6. 延迟和回声的概念

设计VoIP网络最具挑战性的部分是它涉及实时流量的传输。如果语音流量有太多延迟的话，语音模式就会变得难以辨别。延迟是数据流量的一个自然现象，任何网络固有的一些因素都能引起延迟。为尽可能地减小延迟，使语音传输质量尽量接近实时效果，在目前语音传输中，需处理两种不同的延迟：固定延迟和可变延迟。

固定延迟是信号穿越所用媒介，如铜导线、光纤或微波，所耗费的时间量。这个时间是固定的，因为物理定律指出了数字信号在何种媒介上传输速度会有多快。每路 ITU G.114的单向固定延迟应小于150 ms。固定延迟包括信号编解码、包生成、串行化。

可变延迟与抖动同义，由包在网络传输过程中的排序变化引起。语音包与更大的数据包共享带宽，所以当包从序列中传出时，语音包之间会有一个延迟，使得语音听上去像有些口吃。这就叫做抖动。可使用QoS特征进行优先排序，以减轻抖动的影响。因此，减小延迟最好是考虑可变延迟部分的因素。

- 信号编解码引起的延迟 语音包从模拟到数字格式的压缩，以及再恢复到模拟的解压缩，这个处理过程所耗费的时间。依据所使用的编解码类型，延迟量的范围为0.75 ms到30 ms。
- 包生成延迟 设备实际生成一个数据包所用的时间。
- 路由器等待时间 包退出数据路由设备的输出序列所用的时间。从数据在输入序列中生成时算起，一直到被输出序列释放为止。
- 抖动 语音包理想到达时间和真正到达时间之间的时间差。过度的抖动能引起实时语音模式的中断。

回声的定义是从电话设备的接收端听到反射回来的说话人自己的语音。一定量的回声是可以接受的并且也是所希望的，因为这有助于终端用户确认自己的语音模式。回声太大则可能导致用户挂机中断，因为讲话者无法辨清到底是自己的语音还是回声信号。但回声太小也可能引起用户挂机中断，因为终端用户就听不到自己的语音了（这在蜂窝电话技术中是个常见的问题）。参阅以下部分列出的用以调节接口的回声音量的回声消隐命令。

7. 精确调整 FXS / FXO 端口

端口上有些特定的参数是可以进行精确调整的，这有助于使延迟和回声问题最小化。大部分情况下，FXS / FXO 端口使用缺省值就足够了，但是必须为下面这些参数设置特定值：

- 输入增益。
- 输出衰减。
- 回声消隐范围。
- 非线性处理。
- 信元发送间隔。
- 单个信元中数字信号的间隔。
- 信元中数字信号的宽度。

以表4-11列出的步骤，可以改变任一参数。

表4-11 调整 FXS / FXO 端口的需要精确调整的参数

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|--|---|
| 1 | configure terminal | 进入全局配置模式 |
| 2 | voice-port nm-module / vic-module / port-number | 标识要配置的端口 |
| 3 | input gain value | 单位为分贝；指明接口接收器的增益量。值从 -6 到 14 |
| 4 | output attenuation value | 单位为分贝；指明接口的传输衰减量。值从 0 到 14 |
| 5 | echo-cancel enable | 用于使语音信号从接口中发送出去并返回同一接口的回声消隐使能命令。回声过大会造成正常通话的中断。这在蜂窝电话中是常见的问题 |
| 6 | echo-cancel coverage value | 单位为毫秒；用来调整回声消隐的大小。值有 16，24，32 |
| 7 | nonlinear | 与回声消隐联合使用。使能“非线性”处理，即如果在靠近终端处没有检测到语音，就关闭信号 |
| 8 | timeouts initial seconds | 单位为秒；检测到摘机状态后，系统在等待用户输入第一位数字时要等多长时间。值的范围为 0 到 120 |
| 9 | timeouts interdigit seconds | 单位为秒；前一位数接收以后，系统在等待后续数字时，需等待多长时间。值的范围为 0 到 120 |
| 10 | timing digit milliseconds | 适用于 DTMF 数字信号。数字信号持续时间有多长。单位为毫秒，范围从 50 到 100，缺省值是 100 |
| 11 | timing interdigit milliseconds | 适用于 DTMF 数字信号。数字信号之间的延迟是多长时间。单位为毫秒，范围从 50 到 100，缺省值是 100 |
| 12 | timing pulse-digit milliseconds | 适用于只使用脉冲信号的 FXO 端口。脉冲信号的长度。单位为毫秒，范围从 10 到 20，缺省值是 20 |
| 13 | timing pulse-inter-digit milliseconds | 适用于只使用脉冲信号的 FXO 端口。脉冲信号之间的延迟是多长时间。单位为毫秒，范围从 100 到 1000，缺省值是 500 |

8. 精确调整 E&M 端口

通常情况下，总是需要添加一些特征值用于 E&M端口的调整。与 FXO / FXS端口的缺省值设置相反，在大多数情况下，E&M端口的特征值需要管理人员干预。按表 4-12列出的步骤来精确调整E&M端口。

表4-12 精确调整E&M端口

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|--|---|
| 1 | configure terminal | 进入全局配置模式 |
| 2 | voice-port nm-module / vic-module / port-number | 标识要配置的端口 |
| 3 | input gain value | 单位为分贝；指明接口接收器的增益量。值从 -6 到14 |
| 4 | output attenuation value | 单位为分贝；指明接口的传输衰减量。值从 0到14 |
| 5 | echo-cancel enable | 使能语音信号的回声消隐。回声过大会造成正常通话的中断。这在蜂窝电话中是常见的问题 |
| 6 | echo-cancel coverage value | 单位为毫秒；用来调整回声消隐的大小。值有 16，24，32 |
| 7 | nonlinear | 与回声消隐联合使用。使能“非线性”处理，即如果在靠近终端处没有检测到语音，就关闭信号 |
| 8 | timeouts initial seconds | 单位为秒；检测到摘机状态后，系统在等待用户输入第一位数字时要等多长时间。值为 0到120 |
| 9 | timeouts interdigit seconds | 单位为秒；前一位数接收以后，系统在等待后续数时，需等待多长时间。值为 0到120 |
| 10 | timing digit milliseconds | 适用于DTMF数字信号。数字信号持续时间有多长。单位为毫秒，范围从 50到100 |
| 11 | timing interdigit milliseconds | 适用于DTMF数字信号。数字信号之间的延迟是多长时间。单位为毫秒，范围从 50到500 |
| 12 | timing pulse milliseconds | 适用于只使用脉冲信号的 FXO端口。脉冲信号的长度。单位为毫秒，范围从 10到20 |
| 13 | timing pulse-interdigit milliseconds | 适用于只使用脉冲信号的 FXO端口。脉冲信号之间的延迟是多长时间。单位为毫秒，范围从 100到1000 |
| 14 | timing delay-duration milliseconds | 用于延迟拨号信号发送的延迟。单位为毫秒，范围从100到5000 |
| 15 | timing delay-start milliseconds | 往外拨打电话号码所占用的最短时间。单位为毫秒，范围从 200到2000 |
| 16 | timing delay-pulse min-delay milliseconds | 生成闪烁脉冲之间的时间。单位为毫秒，范围从 0 到5000 |
| 17 | timing clear-wait milliseconds | 指定摘机信号和呼叫完全被清除之间的最短时间。单位为毫秒，范围从 200到2000 |
| 18 | timing wink-duration milliseconds | 最大闪烁持续时间。单位为毫秒，范围从 100到400 |
| 19 | timing wink-wait milliseconds | 从闪烁开始到最大闪烁等候的时间。单位为毫秒，范围从100到500 |

现在，网络上所有的语音端口都已经配置好了，下一步讨论如何将语音包从一个路由器传

输到另一个路由器。要想讨论此任务，我们需要了解语音路由的方式，如直接拨号、中继和专用线路自动回铃 PLAR (Private Line Automatic Ringdown)。

4.3.2 连接命令

语音端口配置模式中的 connection 命令允许为特定语音端口设置特定的模式。如果没有配置 connection 命令，那么应用程序就假定初始化了一个“标准”连接，当接口察觉摘机状态时，就发出一个拨号音。拨号音一直持续到收集了足够的数字来匹配一个拨号对等体，以完成此次呼叫，或直到等待数字输入时间超时。connection 命令的语法如下：

```
connection [plartie-line trunk plar-opx] string
```

其中：

string 代表目的电话号码。

Plar (Private Line Automatic Ringdown) 一旦电话的接收器被拿起来，端口就被激活，并且使用 PLAR 来实现自动号模式。而不必输入数字以建立此连接。使用 PLAR 的一个例子是：如果用户拿起电话，那么呼叫立刻自动传到远端。

Tie-line (Cisco MC3810 专用) 指定特殊的端口是到专用分组交换机 PBX (Private Branch Exchange) 的专用线路连接。当拨号方案需要在由 PBX 拨出的任何号码前附加有额外的数字时，MC3810 要使用它，并且此组合数码通过拨号对等体设置进行呼叫路由并进入网络。

Trunk (Cisco 3600 专用) 指定特殊的端口是到 PBX 的直接中继线路连接。“连接中继”模式用于 E&M-E&M 中继，FXO-FXS 中继，FXS-FXS 中继。注意信令只能用于 E&M-E&M 和 FXO-FXS 中继线路传输，而不能用于 FXS-FXS 中继线路，因为 FXS-FXS 不支持彼此的信令参数。

Plar-opx (Cisco MC3810 专用) 指定一条到备用扩展设备上的 PLAR 连接。使用此选项，在远程语音端口接收到回答之前，本地语音端口先提供本地响应。这确保在呼叫流实现以前，呼叫就被回答了。

4.3.3 直接语音中继与拨号翻译

中继是一种服务，它允许两个 PBX 之间、PBX 和本地分机之间或者其他被永久连接在一起的电话设备的组合之间的半透明连接。不必分析目的模式的拨号，中继线永远将它们连在一起，数据会在两个接口之间自动传输。在这种情况下，路由器的路由分析也就没有必要了，因为任何时间连接总是存在的。

下面是使用这种中继技术的优缺点：

- 优点 路由器花在流量处理上的系统开销很少。不必翻译或分析目标模式以确定目标的路径。包仅穿过 PBX 进行简单地分析和翻译。
- 缺点 对包的控制不起作用。外部 PBX 将处理所有终点站的路由。在这种模式下，任何语音端口的精确调整或特殊配置都没有用。
- 缺点 要特别注意对编解码器 CODEC 的管理。在中继连接线路上传递信息时，所有的 CODEC 必须与整个传输路径相匹配。如果中继由集中的串联交换机执行，那么编码 / 解码必须始终如一，以保证在模—数—模编码时不会出现数据残缺（即出错）。

标准拨号分析——数字翻译

如果没有使用中继线，那么收到初始化呼叫信号的路由器必须接入并分析随之而来的接收实体的拨号（目标模式）。接着路由器利用它的拨号对等体配置以决定将该此次呼叫路由到 IP 网络的哪个地方。

使用这种方式也有一些优缺点：

- 优点 呼叫的路由完全由路由结构控制，它允许对 VoIP 系统进行更好地控制和精确调整。因为路由可被精细调整到目标模式和 IP 端口，所以对 QoS 层的控制就更多。
- 缺点 VoIP 网络上的路由器会有更多系统开销，因为处理器必须翻译拨号对等体，而不仅是以中继格式传递数据。
- 缺点 在系统中传递包时，等待时间会更长，因为路由器必须翻译所有的呼叫。

4.3.4 监督拆线

监督拆线是一种信令形式，它切断配属交换机的电源。系统把它翻译成拆线指令并清除此次呼叫。交换机将此状态保持 350 ms，以确保端口真正复位。

监督拆线命令用在 FXO 端口。连在 FXO 端口上的交换机必须在功能上确实能够支持监督拆线。如果 FXO 端口不能监督拆线状态，那么在接收实体应答呼叫前，源呼叫者就挂断时，接口将仍然保持开启状态。当路由器收集了目标模式后，接收体应答信令前，路由器将初始化语音检测模式。如果检测到“挂断”指示信号，路由器将自动停止此次呼叫支路连接，并拆除该呼叫。

它不支持 FXO / FXO 连接，因为连在一起的线对之间没有传递监督拆线信息的机制。

4.3.5 闪烁开始信令与立即开始信令

闪烁开始是交换机之间的信令协议，其中交换机的接收端即刻反转极性（闪烁）。闪烁对发送端来说是一种信号，表示已准备好接收拨号了。闪烁开始出现在 DID、两个 WAT 中继或有接口中继的 E&M 中继线路之间。

使用 timing wink-duration 命令可以修改闪烁持续时间（闪烁状态保持多长时间），使用 timing wink-wait 命令可以修改闪烁等待持续时间（拆线前等待闪烁状态所需时间）。

立即开始是交换机之间的线路协议，其中交换机的接收端在线路占据后立即准备接收拨号（70 ms 以内）。两个动作之间没有延迟，否则呼叫将被取消。

4.4 拨号方案和拨号对等体

现在准备开始对 VoIP 路由器进行编程，使路由能通过 IP 安置并连接语音呼叫。这就涉及到拨号对等体的开发，它定义了由源和目标路由器启动的呼叫支路的属性。

4.4.1 拨号对等体

拨号对等体是 VoIP 路由器上的配置，它定义一组拨号数字在呼叫支路上是如何被翻译以及如何从路由器端口路由出去。拨号对等体定义了呼叫支路的各种属性，如 QoS（Quality of

Service 服务质量)、压缩/解压缩 (CODEC)、VAD (Voice Activation Detection 语音激活检测) 以及其他属性。

4.4.2 呼叫支路

呼叫支路提到了前面描述的简易老式电话系统 POTS (Plain Old Telephone System) 和 VoIP 拨号对等体的一种连接。呼叫支路是呼叫连接的两个连接点之间的分离部分, 如一个电话设备、PBX、PSTN或路由器。每个已建立的呼叫有 4 个呼叫支路, 2 个从源路由器透视, 2 个从目标路由器透视 (见图 4-11 和图 4-12)。

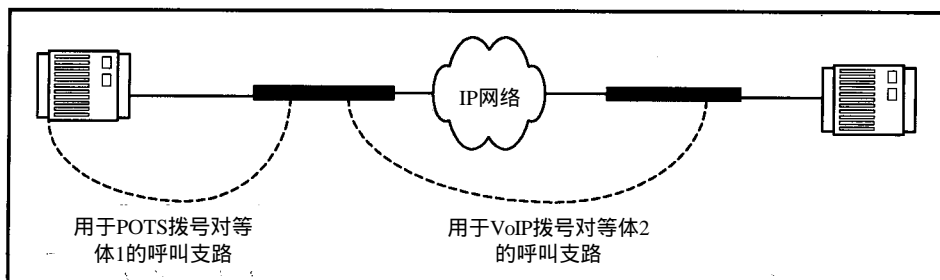


图4-11 拨号对等体连接支路, 从源路由器的透视

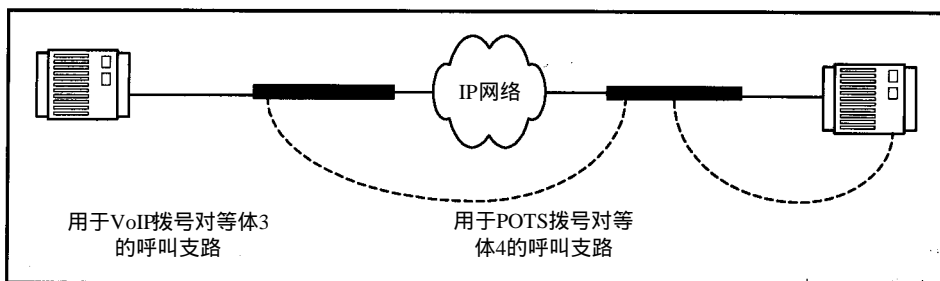


图4-12 拨号对等体连接支路, 从源路由器的透视

POTS与语音网络拨号对等体

可以在 VoIP 网络上配置的对等体有两种类型: POTS 和语音网络 (VoIP) 连接。

- POTS (简易老式电话系统) 拨号对等体 代表接入端口, 连在电话机或本地附属于路由器的相似电话设备。此连接将解释或“破译”从发送实体拨打出来的数字, 并看它们是否是拨号对等体的特定端口指定的。
- VoIP 拨号对等体 代表一个连接, 此连接将被路由到网络中另一个允许语音的路由器。在这种情况下, 就不必让端口翻译拨号数字, 而由位于 VoIP 连接另一端的接收实体处理。因而 VoIP 拨号对等体只是简单地将所有数字传递到接收实体。

下面是在两个路由器之间建立 VoIP 呼叫的过程:

- 第1步 用户拿起电话机, 从而触发了 Cisco 路由器的摘机状态, 这发生在 VoIP 上 Cisco IOS

的信令应用层。

- 第2步 会话应用层发给电话的一个拨号音，并等待用户拨打目标电话号码。
- 第3步 用户拨打电话号码。这被看作是不连续的过程，因为如果有超时限制条件，那么拨号音就会失效，第3步就不会启动。
- 第4步 一旦拨出并存储了足够可翻译的数字，电话号码就由拨号方案映射表映射到一个IP主机，匹配上一个VoIP拨号对等体声明，并且导向终端语音路由器。接收路由器通过FXS端口、PBX，或者通过FXO或E&M端口的PSTN，直接连到终点站。到目标电话号码的物理端口的映射是由拨号对等体的POTS命令来定义的。
- 第5步 会话应用程序将启动H.323通话协议来为网络上的每路呼叫建立收发通道。如果呼叫是由处于终点的PBX来处理，则PBX将处理到终端用户电话的发送。如果语音端口配置了RSVP QoS，此时就激活保留。
- 第6步 CODEC活动发生在传输的两端，以保证所支持的正确的压缩/解压缩算法。
- 第7步 建立完成，所有的呼叫进程指令和信令立刻传送到接收实体来译码或显示。
- 第8步 当呼叫会话两端中的任何一方发出“挂机”信号时，通话结束。如果呼叫中用到RSVP会话，那么此时就被终止。电路两端回都到“休止”状态，等待另一个初始会话开始。

4.4.3 创建并实现拨号方案

拨号方案是个标准框架，从中可实现公司的VoIP路由结构。每个路由的区域被分配了一组电话号码、区号，还有其他的捷径，如快速拨号特征值，允许呼叫者不必输入完整的电话号码，呼叫就能到达被呼叫区。在VoIP网络实现前，所有的语音参数、电话号码和拨号设备都需要指定，并提前作出计划。这将以指数级的速度缩短实现和调试新VoIP网络所需的时间（见图4-13）。

对图4-13中的网络，一个拨号方案的例子可以像表4-13列出的那样实施。

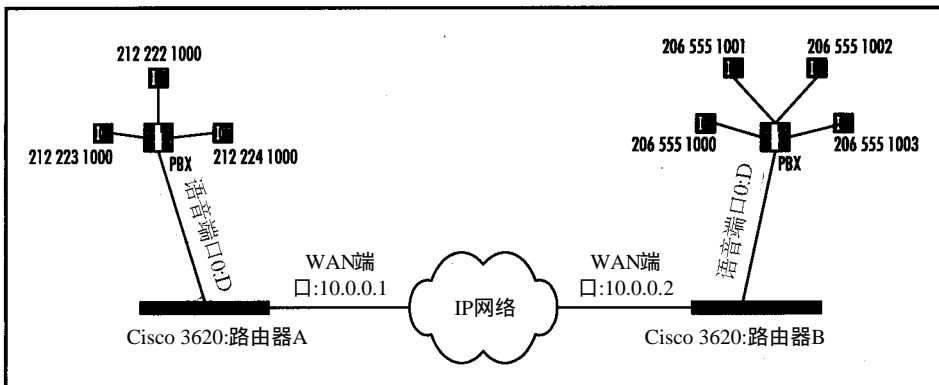


图4-13 一个简单的VoIP网络的示意图

表4-13 一个简单的VoIP网络拨号方案

| 路由器/拨号对等体的标识号 | 号码扩展分机 | 目标模式 | 对等体类型 | 语音端口 | 通话对象 | CODEC | QoS方式 |
|---------------|--------|------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
| 路由器A | | | | | | | |
| 1 | 1.... | +1212222. | POTS | 1/0/0 | | | |
| 2 | 2.... | +1212223. | POTS | 1/0/1 | | | |
| 3 | 3.... | +1212224. | POTS | 1/1/0 | | | |
| 4 | | +1206555. | VoIP | | IPV4: 10.0.0.2 | G.729 | 最佳效果 |
| 路由器B | | | | | | | |
| 1 | | +1206555 1000 | POTS | 1/0/0 | | | |
| 2 | | +1206555 1001 | POTS | 1/0/1 | | | |
| 3 | | +1206555 1002 | POTS | 1/1/0 | | | |
| 4 | | +1206555 1003 | POTS | 1/1/1 | | | |
| 5 | | +1212... | VoIP | | IPV4: 10.0.0.1 | G.729 | 最佳效果 |

该拨号方案将简化所涉及到的路由器的设计和安装以及使 VoIP工作于网络的编程。

4.4.4 号码扩展

在大多数公司中，如果是公司内部之间的拨号，则不必拨整个号码。相反，可以只拨电话号码的一小部分，对那个站来说，这部分号码是唯一的。

假定西雅图的用户 A 试图与纽约的用户 B 通过 VoIP 网络建立联系。如果没有号码扩展，用户 A 必须拨用户 B 的整个目标号码：1 212 222 1000。为了简化该过程，并增加网络的可用性，在拨号对等体的配置中使用 num-exp 命令进行如下编程：

num-exp 2... +1212222... (“...”是扩展号码的通配符)

现在，当用户 A 拨目标模式“2...”时，序列自动扩展成目标模式“+1212222...”。这可用于网络上任何一组唯一的号码。

为了正确激活此特征，需要考虑一些因素。并不需要号码扩展在网络上唯一的。有可能是在一个路由器上把“2...”扩展成“+1212222...”，而在另一个路由器上却把“2...”扩展成“+1206222...”。但这会引起用户环境的混乱，所以应该避免。当制定拨号方案时，尽量使 VoIP 网络的号码扩展是唯一的。

1. 拨号对等体 POTS 命令的基本语法

我们已经对拨号对等体使用的各种参数有了一些基本概念。现在是将参数付诸行动的时候了。为了进入 POTS 端口的拨号对等体配置模式，使用来自全局配置模式的过程，如表 4-14 所示。

表4-14 为POTS端口输入拨号对等体配置模式

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|------------------------------------|---|
| 1 | dial-peer voice tag-number pots | 输入POTS对等体的拨号对等体模式。特征号码是个表示对等体的唯一的十进制数。仅由本地路由器持有，因此可在另一路由器上使用这个数字，而不影响当前配置 |
| 2 | destination-pattern string | 定义POTS对等体的电话。例如：+ 12065551111。目标模式中没有破折号和空格，前面总有一个“+”号 |
| 3 | Port slot-num / VNM-num / port | 特定的语音端口号 |
| 4 | direct-inward-dial | （可选的）仅用于指定端口的直接内部拨号活动。参阅本章后面的DID部分 |

2. VoIP拨号对等体命令的基本语法

为了输入VoIP端口的拨号对等体配置模式，使用来自全局配置模式的过程，如表 4-15所示。

直接内部拨号DID（Direct Inward Dialing）是一个系统，它允许语音客户有许多分配给公司的专用语音号码，同时，通过降低这些号码所需的真正线路数来减小成本。

表4-15 使VoIP端口进入拨号对等体配置模式

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|--|---|
| 1 | dial-peer voice tag-number voip | 输入VoIP对等体的拨号对等体模式。特征号码是个表示对等体的唯一的十进制数。仅由本地路由器持有，因此可在另一路由器上使用这个数字，而不影响当前配置 |
| 2 | destination-pattern string | 定义POTS对等体的电话。例如：+ 12065551111。目标模式中没有破折号和空格，前面总有一个“+”号 |
| 3 | session target [ipv4:destinaton- address dns:host-name] | 为处理定义的目标模式的呼叫而指定的远程IP主机。对象可由IP地址或DNS名指定 |

如果没有DID，则客户需要供应商为每个专用扩展号安装一条线路。如果每条线路的成本是\$45，客户至少需要定义100条，那么客户的账单将是每月\$4500。

使用DID，供应商分配给本地链接至DID存储单元的企业一个专用扩展号存储单元和一个缩简的DID中继号。当有人呼叫了DID存储单元中的一个号码时，检查DID中继的第一个电路看是否开路。如果开路，呼叫就被连接上。如果不是开路，继续检查DID中继的其他电路直到找到一个开路，并把呼叫连接上。当所有的电路都忙时，呼叫者就会收到一个忙音信号。采用这种方案，如果DID中继有10条线路，每条\$85，有100个号码的存储单元收费是每个号码\$0.15，那么使用DID的同样数目的线路的总成本是每月\$850，成本大为减少。

在VoIP上使用DID的诀窍是路由器必须知道将DID信息直接传送至允许DID的PBX来进行处理，并且不损失包中的数据。为此，必需使拨号对等体允许DID。

在一个正常的呼叫建立过程中，处理呼叫的交换设备给呼叫者发一个拨号音，开始接收代表目标电话号码的数字。一旦收集到号码，交换设备将翻译号码并将传输发送到正确的IP终端。

有些情况下，不需要给呼叫者提示拨号音，例如交换设备已经知道的一个预先设计好的扩

展号。在这些情况下，使用直接内部拨号 DID 算法来路由呼叫。算法采用三个不同的输入和拨号对等体四个不同的属性将来话呼叫联接到一个直接拨号实体。

三个输入值是：

- 被叫号码 DNIS 代表传输目标的一组号码。
- 主叫号码 ANI 代表传输源的一组电话号码。
- 语音端口 承载呼叫。

四个指定的拨号对等体属性是：

- 目标模式 代表对等体能连接到的电话号码。
- 应答地址 代表对等体连接起始的电话号码。
- 来话呼叫号 代表将一个来话呼叫支路联到基于 DNIS 的对等体的电话号码。
- 端口 呼叫从其中发起的语音端口。

对所有匹配拨号对等体呼叫类型（VoIP 或 POTS）的对等体，算法遵循以下伪码：

如果类型匹配上了，以来话呼叫号码匹配被叫号码；

否则如果类型匹配上了，以应答地址匹配主叫号码；

否则如果类型匹配上了，以目标模式匹配主叫号码；

否则如果类型匹配上了，将语音端口匹配到端口。

该算法将用一个预先定义的参数来匹配 DNIS，并自动路由呼叫。

4.5 租用线路上的 VoIP QoS

我们已经有能力对 VoIP 的硬件和软件进行完整地配置。不幸的是，使 VoIP 有效工作并不是那么容易。本章前面已经声明，VoIP 传输需要特殊的考虑，因为它们是“实时”流量。它们经不起像标准数据包那样的延迟时间。因而，配置 VoIP 的下一步是确保数据传输尽可能接近“实时”。这就是 QoS（Quality of Service 服务质量）和排序开始起作用的地方。

4.5.1 IP 优先顺序

IP 优先顺序是拨号对等体上一个可定义参数，它给出其在 CBWFQ 网络上的优先级值。在 VoIP 配置模式中，它被手工分配给特定的拨号对等体，其格式如下：

```
dial-peer voice 10 VoIP
IP precedence 5
```

当 VoIP 包和标准数据包使用同一带宽时，这个命令用来指定 VoIP 包比标准数据包具有更高的优先级。当没有应用 RSVP 时，使用 IP 优先顺序来保证合适的实时响应。在随后的部分中，将阐述 IP 优先顺序设置是如何影响基于类的权值排序 CBWFQ（Class Based Weighted Fair Queuing）算法，以及它们如何有助于实现语音数据传输的高性能。

4.5.2 数据网络排序算法

TCP 被设计用来提供一个完全可靠的、可验证的传输协议。它是传输敏感的，而且，为了某个功能，它需要来自网络的某种响应。TCP 传输的延迟太多会导致数据丢失、包丢失和连接丢失。

如果没有适当的控制来确保 TCP 包的正确发送，就无法保证网络的可靠性。

当设计 IOS 来处理 TCP 流量时，Cisco 所面临的一个问题是如何管理流量才能使所有的应用和对话占有相对较少的网络可用带宽。如果不进行适当地控制，“重量级”数据流将消耗掉所有的带宽，较小的数据流可能根本没有机会传送到它们的目的地。

为了减轻传统数据网络上的这个问题，Cisco 开发了三种不同的排序算法以控制网络节点间的数据流：权值排序，优先级排序，定制排序。

权值排序 WFQ (Weighted Fair Queuing) 是一种考虑网络数据流的几个参数的算法。它并不考虑流量的类型是什么，以及该流量是由什么应用程序生成的；它只关心对话中生成了多少流量。WFQ 使序列中“最小”的数据流优先到达输出端口，从而允许小数据流不必等待带宽就完成发送，而此带宽有可能被“大的”数据流消耗掉。这样，在利用可用带宽时，所有的对话都有一个“权值”机会。在小于 2Mbps 的 Cisco 路由器接口上，WFQ 是默认的排序方式。使用下列等式，通过设置 IP 优先级 (IP Precedence) 位来控制 WFQ 里的“权 (Weight)”：

$$\text{Weight} = 4096 / (1 + \text{ip prec})$$

IP 优先级位是 IP 帧头中 TOS 域的头三个位，范围从 0 (低) 到 7 (高)。使用 “show queue serial 0/0” 命令，就可以观察到 WFQ 过程处理的各个流量。

```
router#show queue se 0/0
```

```
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
```

```
Queuing strategy: weighted fair
```

```
Output queue: 31/64/0 (size/threshold/drops)
```

```
Conversations 2/4 (active/max active)
```

```
Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
```

```
(depth/weight/discards/interleaves) 24/4096/0/0
```

```
Conversation 184, linktype: ip, length: 1504
```

```
source: 10.1.1.2, destination: 10.3.3.1, id: 0x04CF, ttl: 31,
```

```
TOS: 0 prot: 6, source port 1503, destination port 21
```

```
(depth/weight/discards/interleaves) 2/4096/0/0
```

```
Conversation 227, linktype: ip, length: 68
```

```
source: 10.2.2.2, destination: 10.1.1.1, id: 0xFCCF, ttl: 31,
```

```
TOS: 0 prot: 17, source port 52601, destination port 49608
```

注意，在这个例子中有两个流量，每个权值都是 4096。既然两个流量的权值相同，它们在接入可用带宽时是相等的、“公正的”。

现在用IP优先级位来标注优先级高的流量，例如语音：

```
router#show queue se 0/0

Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0

Queuing strategy: weighted fair

Output queue: 9/64/0 (size/threshold/drops)

Conversations 2/7 (active/max active)

Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)

(depth/weight/discards/interleaves) 1/585/0/0

Conversation 90, linktype: ip, length: 68
source: 10.1.1.2, destination: 10.3.3.1, id: 0x0064, ttl: 255,
TOS: 192 prot: 17, source port 16384, destination port 16384

(depth/weight/discards/interleaves) 8/4096/0/0

Conversation 219, linktype: ip, length: 1504
source: 10.2.2.2, destination: 10.1.1.1, id: 0x1C7E, ttl: 31,
TOS: 0 prot: 6, source port 52601, destination port 21
```

注意第一个流量（VoIP）在WFQ模式中的权值较低，优先级较高，占有的带宽份额较大。

优先级排序PQ（Priority Queuing）是网络管理员可配置的算法，它使用语音扩展访问列表来定义流量。一旦流量被分类，就将它分配到高、中、低三种不同队列层次其中的一个。还有一个管理层队列，对流量优先级进行一定的控制，以维护路由。

定制排序CQ（Custom Queuing）与优先级排序相似，但是增加了更多的控制，不仅允许网络管理员定义优先级排序，还应用最小带宽百分率来区分网络上流量的类型。

4.5.3 语音/数据网络排序和实时传送

如果在传统的数据网上附加语音流量，则默认的WFQ方式就不足以保证发送的质量。最初，数据网并不关心语音质量和“实时”传输。如果数据到达目的地晚了，则对端用户来说，电话语音的跳跃并不明显。传输可能花了较长时间才能装载到计算机中，但从人的观点来看，这段时间是觉察不到的。考虑到语音包的实时传输，排序和传输带宽的可靠性级别必须提高。

优先级排序PQ和定制排序CQ能够处理这个问题，但实现这些性能可能引起网络中的其他问题。如果一种新型数据包、一种新的应用程序或IP段出现在网络上，就需要在整个网络范围修正PQ和CQ，以允许新的数据类型。

4.5.4 基于类的权值排序

权值排序 WFQ (Weighted-Fair Queuing) 可能仍是语音 / 数据网理想的排序算法，但它是基于各个话路进行流量分类，这对语音传输来说并不是最佳的。当相对于 VoIP 流量存在大量的背景流量时，问题就出现了。考虑下面的例子：为了计算 WFQ 中分配给一个话路的带宽，应采用以下公式：

$$\text{话路A的带宽} = (\text{话路A的片段数} / \text{话路片段总数}) \times \text{电路带宽}$$

这里，每个话路的片段数 = 1 + IP 优先级。

| IP 优先级 | 话路“片段”数 |
|--------|---------|
| 0 | 1 |
| 1 | 2 |
| 2 | 3 |
| 3 | 4 |
| 4 | 5 |
| 5 | 6 |
| 6 | 7 |
| 7 | 8 |

因此，考虑这样一个例子：56 K 的链路上有 2 个 24 Kbps 的 VoIP 话路，每条话路的缺省 IP 优先级是 0，还有 2 个 FTP 话路在此 56 K 的链路上，缺省 IP 优先级也是 0，那么，每条话路将占有带宽：

$$14 \text{ Kbps} = (1 / 4) \times 56 \text{ Kbps}$$

很明显，它不够支持 24 Kbps 的语音话路。我们可以将语音话路的 IP 优先级增加 5 个量级，这样就能改正这个问题，这时，每条语音话路占有带宽：

$$24 \text{ Kbps} = (6 / 14) \times 56 \text{ Kbps}$$

如此 4 条话路都能工作得很好，直到 FTP 话路数目增加，又一次减小了语音话路的可用带宽量。根据这个公式，如果 FTP 话路的数目增加到 4 个，那么现在语音话路的可用带宽为：

$$21 \text{ Kbps} = (6 / 16) \times 56 \text{ Kbps}$$

这又不够支持 24 Kbps 的语音话路了。

于是开发了基于类的权值排序 CBWFQ (Class-Based Weighted-Fair Queuing) 来解决这个问题。注意，在上面这个例子中，问题出在按单个话路进行排序上；当话路数目增加时，所有的话路占整个带宽的比例都变小了。解决办法是将流量按固定数目的类来分类，对这些类执行 WFQ 算法。

CBWFQ 定义了多达 64 个类，因为类的数目不再是个变量，前面出现的问题在这里就不存在了。将实时语音流量定为唯一的高优先级类，其他背景流量定为较低的优先级类，那么 CBWFQ 就为每种类型的流量提供一特定的带宽，这样，语音传输的 QoS 就得到了保证。

4.5.5 IP RTP 优先级

IP RTP 命令允许你为确保语音流量而指派精确的带宽级别。使用该特征时必须很谨慎，因为所有随后的流量将受限于剩下的可用带宽。这个带宽量用来保证排在优先队列中的语音流量。

(这就是你是否与CBWFQ或WFQ一起使用IP RTP特性的情况。)

IP RTP优先级密切监视优先级序列对带宽的使用,保证在拥塞时不超出指定的量。一旦到达指定的带宽级别,IP RTP将停止传输任何额外的包。实际上,RTP将开始丢弃多余的流量,这会引起语音流量的质量严重下降。为避免包丢失,一定要分配给优先队列最有利的带宽量,并考虑所用的CODEC类型和接口特性。IP RTP优先级不允许超出指定量的流量。

处理优先级排序最好的办法是限定所希望的带宽需求,然后指定一个比此带宽稍多一点的带宽量。例如,如果你计算出语音流量耗费一般都是 24 Kbps带宽,为保证合适的排序级别,给语音流量指定25 Kbps的带宽。

IP RTP优先级允许的控制策略确实把 RTP帧头的压缩考虑在内。因而,当配置 IP RTP priority命令的带宽参数时,只需配置压缩后的呼叫带宽。例如,如果一个 G.729语音呼叫需要24 Kbps的非压缩带宽,但只需12 Kbps的压缩带宽,那么你只需将带宽配置为12 Kbps。

标准配置是将带宽的75%分配给语音,剩下的25%给其他数据流。(第2层帧头的信息包含在这25%带宽里。)语音包的带宽分配不仅考虑有效负载,还要考虑IP,RTP和UDP帧头,但不包括第2层帧头。剩余的25%带宽用于包括第2层帧头和最优计划流量的其他开销。分配给CBWFQ默认类的带宽,也是从这剩余的25%中取出的。将带宽的25%用于其他开销对正常的网络操作来说是足够的。

可以使用max-reserved-bandwidth命令手工设置最大带宽级别,这样就可不顾75%最大级别的限制。如果不顾带宽的固定值,则会发出警告并确保有足够的剩余带宽来支持和控制最优计划流量。

4.5.6 资源预留协议

RSVP (Resource Reservation Protocol) 允许端到端的系统在网络上两点之间建立一个虚拟的QoS管道。RSVP参数由网络管理员指定,并且在整个网络上必须保持一致,以保证预留能被正常维护。RSVP对包流量来说与动态访问列表相当——它可在需要时设成有效或无效。在路由器上创建RSVP保留时需要设置的参数有:分配的带宽数和要创建的 RSVP管道类型。如果网络连接存在下述问题,那么就必须配置 RSVP以保证合适的QoS级别:

- 小规模语音网络实现 不需要做很多管理,语音流量的级别也较小。
- 慢链接 如果慢链接WAN站点需要横向传输语音流量。
- 高使用率的链接 如果有语音流量难以实现实时链接。
- 少于2 Mbps的链接 大多数T-1链接。
- 需要最好的语音质量 语音流量具有优先权,甚至以牺牲数据性能为代价。

1. RSVP配置

缺省条件下,RSVP在Cisco路由器上是无效的,以向后兼前不具备 RSVP功能的老系统。记住,为使用RSVP,必须在支持语音流量的整个网络范围使 RSVP有效。

最低限度,为启动 RSVP,在将启动 RSVP管道的所有接口上使用如下命令。这个命令设置此端口的语音流量的保留带宽量。在接口配置模式中输入此命令:

```
IP rsvp bandwidth [interface-kbps] [single-flow-kbps]
```

此命令启动 RSVP,设置带宽和单个话路限制。分配给 RSVP的默认最大带宽是接口带宽的75%,单个数据话路的带宽量可以是100%的预留带宽。

当处理局部接口配置时，需要特别考虑。缺省 RSVP带宽对物理接口或局部接口带宽的限制更多。正常情况下，如果一个数据流没有超出预留带宽限制，那么，传输就不会存在任何问题，并且非常成功。然而，如果在同一个物理接口连接的其他局部接口创建了别的 RSVP话路，那么物理接口上就没有足够的带宽来扩容带宽，就会拒绝预留。这常发生在 T-1 帧中继电路中，其同一物理端口上有多个局部接口，而此端口被超量预定了。

一旦激活了物理接口上的 RSVP端口，就需要创建拨号对等体来激活 RSVP预留。在拨号对等体的配置中使用如下命令：

```
req-qos [best-effort|controlled-load|guaranteed-delay]
```

其中：

best-effort 表明RSVP系统不预留带宽。它只创建一个管道以达到它能够具有的最好性能。

Controlled-load 表明在分配带宽时，RSVP许可（或容量）控制。确保即使带宽发生拥塞与过载时，数据流也能得到优先处理。

Guaranteed-delay 表明只有带宽没有过载时，RSVP才会进行优先处理。

Req-QoS的默认设置是best-effort。Cisco推荐对VoIP流量使用controlled-load设置。

另一个命令称为acc-QoS，它与RSVP协同工作，以允许预先监测QoS级别。当它应用到拨号对等体设置时，如果QoS级别低于规定的RSVP设置，acc-QoS命令就发出SNMP事件。在拨号对等体配置模式中，此命令如下：

```
acc-qos [best-effort|controlled-load|guaranteed-delay]
```

2. IP优先级与RSVP

VoIP的QoS这两种方式各自都有优缺点。需要考虑的最重要的一个因素就是网络能够使用哪一种QoS特征。搞清楚网络中数据和语音传输的流量类型非常重要，这样就不会切断任何关键的数据流量取而代之以语音流量。在决定使用哪种算法时，切记以下几点：

- IP优先级对网络管理员来说是可控的。网络管理员可以选择 QoS发生作用的流量位于哪一级优先级。但无法动态控制；只能在每个拨号对等体上手工设置。因此，QoS的管理开销更高，网络需要进行更精确地调整。
- 最初的RSVP更加难以创建，因为流量级别需要在每个物理端口进行分析和调整。RSVP在高拥塞链接和慢WAN链接上特别有效。并且它是一个可动态控制的系统。RSVP管道可根据需要建立和拆除；因此，使用带宽不会浪费管道。
- 目前，由于RSVP技术的流程化工作，Cisco推荐使用IP优先级方式，而不是RSVP方式。IP优先级是一种更稳定的控制方式。

4.5.7 多链接PPP和插入

多链接PPP（MLPPP）解决慢链接上大帧的串行延迟问题。考虑这样一个例子：在 56 KB的线路上，要向串口发送一个 1500字节的帧。这个大帧正准备发送，开始从接口释放时，一个语音包到了，需要立即处理，因为语音流量需要尽可能的实时传输。但此时路由器已经开始发送这个大帧了，没办法终止此发送，语音包需要等待 214 ms。当单向语音延迟限制在 150 ms时，这明显是不可接受的。

将这个大帧分解成较小的片段，我们就能插入较小的语音包，从而避免串行延迟。在小于 768 Kbps 的接口上推荐使用分段方式。插入技术仅应用于能处理多链接束的接口，如虚拟模式，拨号盘模式，ISDN 电路（BRI 和 PRI）。

为了在接口上应用插入技术激活 MLPPP，在接口配置模式中使用表 4-16 所示的命令。

表4-16 在接口上用轮询技术激活 MLPPP

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|---|-----------------|
| 1 | ppp multilink | 激活 MLPPP |
| 2 | ppp multilink interleave | 激活实时包插入技术 |
| 3 | ppp multilink fragment-delay milliseconds | （可选的）配置最大片段延迟时间 |

4.5.8 压缩的实时协议

压缩的实时协议其英文缩写是 CRTP（Compressed Real-Time Protocol）。RTP 用在 IP 网络上，处理 IP 的音频压缩。它能把 IP / UDP / RTP 帧头压缩到一个 RTP 包中，由 40 个字节降至 2 到 4 个字节，明显地减少了音频包所需带宽。如本章前面讨论过的一样，语音网络中有两类延迟：可变延迟和固定延迟。通过使能 RTP，可以压缩 RTP / UTP 和 IP 包头的尺寸。

```
IP rtp header-compression [passive]
```

其中：

passive 如果有相应的进站数据匹配由 RTP 压缩过的数据，则使接口只压缩出站数据的关键字。否则，默认情况是压缩所有的数据。

4.5.9 CODEC 和语音激活检测 VAD

CODEC 和 VAD（Voice Activity Detection）用于拨号对等体的带宽控制。编码 / 解码或者 CODEC，用来将模拟信号转换成数字信号，然后再转换成模拟信号。不同的 CODEC 方法，其编码速度也不同。在拨号对等体配置模式中，CODEC 选项的设置使用如下命令：

```
codec [g711alaw|g711ulaw|g729r8]
```

Codec 命令的默认设置是 g729r8。对大多数链接来说非常有效。但是，如果你需要更高的语音质量，就应该使用 g711alaw 或 g711ulaw 设置。切记，这些 CODEC 需要更大的带宽容量。

当没有语音活动时，VAD（语音活动检测）用来终止传输，降低所需的实际带宽。为激活拨号对等体上的 VAD，在拨号对等体配置模式中使用这个命令：

```
vad
```

vad 命令的默认设置是使能。如果需要更高的语音质量，并工作在高带宽网络中，那么应该终止 vad，因为它会引起语音质量的略微降低。

4.5.10 帧中继上的 VoIP QoS

需要进行基本 VoIP 网络配置的地方是 WAN 链接，它能承载语音包。因为这些传输将穿过公网，所以 Cisco 必须遵守工业标准，Cisco 在 IOS 版本 11.3 中引入了 FRF.12。这些标准定义了如

何处理帧中继流量，以使所有的系统在帧中继网络上兼容的。

1. FRF.12分段配置

为了配置帧中继接口的FRF.12，首先定义一个帧中继映射类来应用于需要分段算法的 DLCI。在全局配置模式中使用表 4-17描述的步骤为语音流量配置一个映射类。

表4-17 为语音流量配置一个映射类

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|--|--|
| 1 | map-class frame-relay | 创建一个可被分配到一组 PVC的映射类。映射类的名称必须是唯一的 |
| 2 | frame-relay voice bandwidth bps reserved | 映射类带宽的单位是 bps（位每秒），它决定了 DLCI允许的语音呼叫数。为了避免包和发送的丢失，不要将这个值设得比最小 CIR速率还要高，范围是从 8 Kbps 到45 Mbps |

一旦定义好了映射类，就可以在映射类配置模式中使用表 4-18所示的命令，将FRF.12属性应用于映射类。

表4-18 将FRF.12属性应用于映射类

| 步骤序号 | 相关命令 | 描 述 |
|------|--|--|
| 1 | frame-relay fragment Fragment-size | 配置帧中继的映射类，fragment-size定义了有效负载的大小，而不是片段头文件的大小。fragment-size应该小于或等于MTU的值，包的尺寸应该不大于最大数据包。范围从 16到1600字节，缺省值是53个字节 |
| 2 | frame-relay fair-queue [Congestive_Discard_Threshold] [Number_Dynamic_Conversation_Queue] [Number_Reservable_Conversation_Queues] | 使能映射类的WFQ。这个命令与权值排序命令功能一样，只是这个命令仅用于帧中继PVC。缺省值如下： Congestive_Discard_Threshold：64 Number_Dynamic_Conversation_Queue：16 Number_Reservable_Conversation_Queues：2 |

2. 帧中继流量适配

当配置帧中继PVC来承载流量，必须处理实时数据流。一般都允许 PVC序列有一定的溢出量和“超量”端口，但是如果配置得不正确，实时流量中就会出现中断。

帧中继流量适配FRTS（Frame Relay Traffic Shaping）用来控制帧中继包的数据流，及精调数据流的实时质量。使用 FRTS可保证超量现象发生的可能性最小，以使语音传输的质量更好。如果没有流量适配，数据就会以端口速率传送到承载网络，并允许承载决定拥塞情况下丢弃什么数据。而使用流量适配，就可以将排序端口从承载网络移至路由器的输出端口，这样就可以使用IOS的QoS工具来控制流量，谁的优先级高，则它的优先级就低。

为了减轻该问题的影响，就必须查出超脉冲大小。允许脉冲大小的值和准许信息速率 CIR（Committed Information Rate）的值可以从帧中继流量的承载中得到。在接口配置模式中使用表

4-19列出的命令来设计帧中继PVC设置的值。

表4-19 设计帧中继PVC设置中的CIR的值

| 步骤序号 | 命 令 | 目 的 |
|------|---|---|
| 1 | Map-class frame-relay Map-class-name | 指出帧中继映射类的名称，输入映射类的配置模式 |
| 2 | Frame-relay custom-queue-List list-number | (可选的) 指出映射类的顾客序列列表 |
| 3 | Frame-relay priority-group list-number | (可选的) 给与映射类联合在一起的虚拟电路 VC分配 优先级列表 |
| 4 | frame-relay adaptive-shaping [becn foresight] | (可选的) 选择 BECN或ForeSight做为流量适配将采 用的拥塞后向提示机制 |
| 5 | frame-relay cir out bps | (可选的) 指出出站准许信息率 CIR |
| 6 | frame-relay mincir in bps | (可选的) 设置最小可接受的入站 CIR |
| 7 | frame-relay mincir in bps | (可选的) 设置最小可接受的出站 CIR |
| 8 | frame-relay bc out bits | (可选的) 设置输出允许分段 BC的大小 |
| 9 | frame-relay be out bits | (可选的) 设置输出超分段 BE的大小 |
| 10 | frame-relay idle-timer duration | (可选的) 设置空闲时间间隔 |

下面是如何在路由器上配置 FRTS的一个基本例子：

```
interface Serial0/0
  no ip address
  encapsulation frame-relay
  bandwidth 1300000
  frame-relay traffic-shaping
!
interface Serial0/0.1 point-to-point
  ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
  bandwidth 56000
  frame-relay class alpha

map-class frame-relay alpha
  frame-relay fragment 70
  no frame-relay adaptive-shaping
  frame-relay bc 2000
  frame-relay cir 56000
  frame-relay mincir 56000
  frame-relay fair-queue
```

测量间隔是 B_c / CIR ，或者如果 $B_c=0$ ，则 B_e / CIR 。如果它太大了，系统保留用推导出的 B_c （持续段尺寸）值来把它细分成更小的间隔。当测量间隔值超过 250 ms 时，在初始化实现中就会发生。

4.5.11 VoIP故障排除

为了检验实时流量的正确允许，必须理解 Cisco 路由器上 VoIP 的基本排障命令。Cisco 提供了几个命令来查看串口上包的权值和尺寸。

1. 个案研究1

在这该个案研究中，我们将展示 VoIP 流量中 MLPPP 的效果，尤其是，当 MLPPP 被激活和无效时，包如何受到影响。

此个案研究中涉及两个配备有 FXS 和 V.35 串行接口的 3600 系列路由器。采用下面过程来仿真安装：

1) 使用提供的 DCE / DTE V.35 电缆背对背地将两个路由器连起来。

2) 为每个路由器装载 IOS ip plus 11.3.8T。这个 IOS 设置允许所有所需的特征值来阐明 MLPPP 对流量的影响。

3) 使用合适的 IP 地址和语音命令来配置每个路由器。

VoIP / MLPPP 配置的实例如下面所示。所有串行接口应该有一个 64 Kbps 的时钟速率。一定要确保是在 FXS 端口之间实现语音呼叫。在执行排障技术前，检验呼叫能否通过路由器上的 FXS 端口成功放置。

路由器1的配置

!

```
version 11.3
```

```
service timestamps debug uptime
```

```
service timestamps log uptime
```

```
no service password-encryption
```

!

```
hostname group1-r1
```

!

```
enable password cisco
```

!

```
ip subnet-zero
```

```
no ip domain-lookup
```

```
multilink virtual-template 1
```

```
!  
dial-peer voice 2 pots  
destination-pattern 1000  
port 1/0/0  
  
!  
dial-peer voice 1 voip  
destination-pattern 2000  
ip precedence 5  
session target ipv4:10.1.1.2  
  
!  
!  
voice-port 1/0/0  
  
!  
voice-port 1/0/1  
  
!  
voice-port 1/1/0  
  
!  
voice-port 1/1/1  
  
!  
!  
!  
interface Loopback0  
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0  
no ip directed-broadcast  
  
!  
interface Ethernet0/0  
no ip directed-broadcast  
  
!
```

```
interface Serial0/0
ip unnumbered Loopback0
no ip directed-broadcast
encapsulation ppp
no ip mroute-cache

bandwidth 64
load-interval 30
no fair-queue
ppp multilink
!

interface Ethernet0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!

interface Serial0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!

interface Virtual-Template1
ip unnumbered Loopback0
no ip directed-broadcast
fair-queue 64 256 0
ppp multilink
ppp multilink fragment-delay 20
ppp multilink interleave
!
```



```
ip classless
!
!
!
line con 0
transport input none
line aux 0
line vty 0 4
exec-timeout 0 0
password cisco
login
!
end
```

路由器2的配置

```
!
version 11.3
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname group1-r2
!
enable password cisco
!
ip subnet-zero
no ip domain-lookup
multilink virtual-template 1
!
```

```
dial-peer voice 2 pots
destination-pattern 2000
port 1/1/0
!
dial-peer voice 1 voip
destination-pattern 1000
ip precedence 5
session target ipv4:10.1.1.2
!
!
voice-port 1/0/0
!
voice-port 1/0/1
!
voice-port 1/1/0
!
voice-port 1/1/1
!
!
!
interface Loopback0

ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
!
interface Ethernet0/0
no ip directed-broadcast
!
interface Serial0/0
```

```
ip unnumbered Loopback0
no ip directed-broadcast
encapsulation ppp
no ip mroute-cache
bandwidth 64
no fair-queue
clockrate 64000
ppp multilink
!
interface Ethernet0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!
interface Serial0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!
interface Virtual-Template1
ip unnumbered Loopback0
no ip directed-broadcast
ip rtp header-compression
fair-queue 64 256 0
ppp multilink
ppp multilink fragment-delay 20
ppp multilink interleave
!
```

```
ip classless
!
!
line con 0
transport input none
line aux 0
line vty 0 4
exec-timeout 0 0
password cisco
login
!
end
```

4) 使用扩展的ping命令生成经过PPP链接的1500字节长且无间隔的ping。生成大约100 000个ping后，就有时间来观察结果了。

现在已经用正确的配置安装好了路由器，如上面描述的一样，可以对下面的情形进行验证：VoIP流量确实接收了一个相对于其余的数据流量较小的权值，而ping仍然使用如下的show queue virtual-access 1命令来运行：

```
group1-r1#sh queue virtual-acc 1
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops:
14433
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 65/1000/64/14433/688 (size/max
total/threshold/drops/interleaves
)
Conversations 2/4/256 (active/max active/max total)
Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
(depth/weight/discards/tail drops/interleaves)
1/682/0/0/0
Conversation 126, linktype: ip, length: 62
```

```
source: 192.168.1.2, destination: 192.168.1.1, id:
0x3B2D, ttl: 254,
TOS: 160 prot: 17, source port 16396, destination port
16396
(depth/weight/discards/tail drops/interleaves)
64/4096/14433/0/0
Conversation 214, linktype: ip, length: 1502
```

```
source: 192.168.1.2, destination: 192.168.1.1, id:
0x233B, ttl: 255, prot: 1
```

该输出表明有两个话路：一个权值为 682 的语音话路和一个权值为 4096 的 ping。因此，在 WFQ 算法中语音的优先级高。

5) 当 ping 仍在运行时，验证多链接分段和插入能否使用。MLPPP 保证较大的数据包，如 1500 字节的 ping，不会引起较小的语音包的输出排序延迟。

使用 show interface virtual-access 1 命令，就能够看到插入计数器，并能验证分段过程能否使用。

```
group1-r1#sh int virtual-acc 1
Virtual-Access1 is up, line protocol is up
Hardware is Virtual Access interface
Interface is unnumbered. Using address of Loopback0
(192.168.1.2)
MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit, DLY 100000 usec,
reliability 255/255, txload 75/255, rxload 63/255
Encapsulation PPP, loopback not set, keepalive set (10
sec)
DTR is pulsed for 5 seconds on reset
LCP Open, multilink Open
Open: IPCP
Last input 00:00:00, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 00:03:00
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops:
23463
```

```
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 64/1000/64/23463/1905 (size/max
total/threshold/drops/interleave
s)
Conversations 1/4/256 (active/max active/max total)
Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
5 minute input rate 16000 bits/sec, 2 packets/sec
5 minute output rate 19000 bits/sec, 7 packets/sec
217 packets input, 230374 bytes, 0 no buffer
Received 164 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0
abort
532 packets output, 555364 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
0 carrier transitions
```

debug ppp multilink fragments命令允许对使用MLPPP后生成的包的尺寸进行查看。下面的输出显示最大分段尺寸为160字节，这相当于64 KB线路上的最大延迟是20 ms。还要注意语音包是否插在分段数据包之间，以及序列号126匹配show queue virtual access 1命令输出中语音话路的会话号。

```
group1-r1#debug ppp multilink fragments
Multilink fragments debugging is on
00:04:06: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:06: Se0/0 MLP: O seq 4000135F size 142
00:04:06: Se0/0 MLP: O seq C0001360 size 70
00:04:06: Se0/0 MLP: O seq C0001361 size 70
00:04:06: Se0/0 MLP-FS: I seq C93 size 160
00:04:06: Se0/0 MLP: O seq 80001362 size 160
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq 40001363 size 18
```

```
00:04:07: Se0/0 MLP-FS: I seq C94 size 160
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq C0001364 size 70
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq C0001365 size 70
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq 80001366 size 160
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq 1367 size 160
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq 1368 size 160
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq 1369 size 160
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq 136A size 160
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Vi1 MLP: Packet being interleaved from queue
126
00:04:07: Se0/0 MLP: O seq 136B size 160
```

在继续生成无间隔的1500 ping时，如果从虚拟盘接口上删除命令：

```
ppp multilink fragment-delay 20
ppp multilink interleave
```

就会禁止分段过程。一旦去除分段算法，进行呼叫时将表现为语音质量降低，这种情况就

和不用MLPPP时发生的情况一样。另一项测试是重新执行 MLPPP命令，然后去掉IP优先级设置。同样，这也会导致语音包丢掉它们的优先级，故而引起语音传输质量的降低。

2. 个案研究2

该个案研究展示 VoIP如何在帧中继网络中使用 FRF.12并把它做为分段机制。我们将验证 WFQ中IP优先级的效果，以及正确的流量配置。每个实验室小组应有 2个装有FXS和V.35串行接口的3600系列路由器。

- 1) 使用V.35 DTE电缆将每个路由器连到帧中继交换机。
- 2) 在每个路由器安装IOS 12.0.4T ip plus版本。
- 3) 为每个路由器配置正确的IP地址、帧中继DLCI和语音。

下面是一个VoIP / FRF.12配置的实例。所有的帧中继 PVC具有128 KB的端口速度。流量适配应该能够适配64 KB CIR。在进行下面的测试之前，确保能够在 FXS端口之间成功完成语音呼叫。

路由器1的配置

```
version 12.0

service timestamps debug uptime

service timestamps log uptime

no service password-encryption

!

hostname group1-r1

!

enable password cisco

!

ip subnet-zero

!

!

!

!

voice-port 1/0/0

!

voice-port 1/0/1

!
```



```
voice-port 1/1/0
!
voice-port 1/1/1
!
dial-peer voice 2 pots
destination-pattern 1000
port 1/0/0
!
dial-peer voice 1 voip
destination-pattern 1002
ip precedence 5
session target ipv4:10.1.1.2
!
!
interface Ethernet0/0
no ip directed-broadcast
!
interface Serial0/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
encapsulation frame-relay
no ip mroute-cache
no fair-queue
frame-relay traffic-shaping
frame-relay class frag
frame-relay interface-dlci 101
frame-relay ip rtp header-compression
!
```

```
interface Ethernet0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!
interface Serial0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!
ip classless
no ip http server
!
!
map-class frame-relay frag
frame-relay cir 64000
frame-relay bc 2000
frame-relay fragment 160
no frame-relay adaptive-shaping
frame-relay fair-queue
!
!
line con 0
transport input none
line aux 0
line vty 0 4
exec-timeout 0 0
password cisco
login
```

```
!  
end  
  
路由器2的配置  
group1-r2#  
Building configuration...  
Current configuration:  
!  
version 12.0  
service timestamps debug uptime  
service timestamps log uptime  
no service password-encryption  
!  
hostname group1-r2  
!  
enable password cisco  
!  
ip subnet-zero  
!  
!  
!  
!  
voice-port 1/0/0  
!  
voice-port 1/0/1  
!  
voice-port 1/1/0  
!  
voice-port 1/1/1  
!
```

```
dial-peer voice 2 pots
destination-pattern 1002
port 1/0/0
!
dial-peer voice 1 voip
destination-pattern 1001
ip precedence 5
session target ipv4:10.1.1.1
!
!
interface Ethernet0/0
no ip directed-broadcast
!
interface Serial0/0
ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
no ip directed-broadcast
encapsulation frame-relay
no ip mroute-cache
no fair-queue
frame-relay traffic-shaping
frame-relay class frag
frame-relay interface-dlci 102
frame-relay ip rtp header-compression
!
interface Ethernet0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!
```

```
interface Serial0/1
no ip address
no ip directed-broadcast
shutdown
!
ip classless
no ip http server
!
!3332
map-class frame-relay frag
frame-relay cir 64000
frame-relay bc 2000
frame-relay fragment 160
no frame-relay adaptive-shaping
frame-relay fair-queue
!
!
line con 0
transport input none
line aux 0
line vty 0 4
password cisco
login
!
end
```

4) 使用扩展ping在帧中继链接上生成无间隔的 1500字节长的ping。生成大约100 000个ping后，就有时间来观察结果了。

5) 验证如下情形：VoIP流量确实收到一个相对于其他数据流量较小的权值，而 ping正在使用下面的show traffic-shape queue serial <number> dlci <number>命令继续运行时：

```
group1-r1#sh traffic-shape queue serial 0/0 dlci 101
Traffic queued in shaping queue on Serial0/0 dlci 101
Queueing strategy: weighted fair
Queueing Stats: 66/600/64/82883 (size/max
total/threshold/drops)
Conversations 2/16 (active/max total)
Reserved Conversations 0/2 (active/allocated)
Conversation 0, linktype: ip, length: 64
(depth/weight/discards) 2/682/0
source: 192.168.1.1, destination: 192.168.1.2, id:
0x55568, ttl: 254,
TOS: 160 prot: 17, source port 16518, destination port
16452
Conversation 6, linktype: ip, length: 1504
(depth/weight/discards) 64/4096/82883
source: 192.168.1.1, destination: 192.168.1.2, id:
0x24D9, ttl: 255, prot: 1
```

上面的输出结果表明语音流量，即会话 0，在 WFQ 算法中权值为 682。1500 字节的 ping，即会话 6，权值为 4096。结果，在 WFQ 算法中，语音的优先级要比数据的高。

6) 当 ping 仍在运行时，验证 FRF.12 能否使用。FRF.12 保证大的数据包，如 1500 字节的 ping，不会引起较小的语音包的输出排序延迟。Show frame-relay fragmentation 命令显示分段是可操作的，并且每个段的大小是 160 字节。

```
group1-r1#sh frame-relay frag
interface dlci frag-type frag-size in-frag out-frag
dropped-frag

Serial0/0 101 end-to-end 160 17638 18206 1
```

使用精确调整命令：show frame-relay fragmentation interface serial <number>，就能得到更详细的信息：

```
group1-r1#sh frame-relay frag inter serial 0/0 101
fragment size 160 fragment type end-to-end
```

```
in fragmented pkts 11314 out fragmented pkts 11330
in fragmented bytes 1762566 out fragmented bytes 1764808
in un-fragmented pkts 3343 out un-fragmented pkts 152
in un-fragmented bytes 213353 out un-fragmented bytes
9721
in assembled pkts 4502 out pre-fragmented pkts 1315
in assembled bytes 1910033 out pre-fragmented bytes
1709737
in dropped reassembling pkts 0 out dropped fragmenting
pkts 0
in timeouts 0
in out-of-sequence fragments 0
in fragments with unexpected B bit set 0
out interleaved packets 4399
```

使用show frame-relay pvc命令，就能够获得有关FRF.12的段的尺寸、段的类型、端到端等信息，还能够看到应用到接口上的流量适配参数：

```
group1-r1#sh frame-relay pvc 101
PVC Statistics for interface Serial0/0 (Frame Relay DTE)
DLCI = 101, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE,
INTERFACE = Serial0/0
input pkts 4680 output pkts 138161 in bytes 2177745
out bytes 197936945 dropped pkts 129945 in FECN pkts 0
in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0
in DE pkts 0 out DE pkts 0
out bcast pkts 2 out bcast bytes 638
pvc create time 00:31:14, last time pvc status changed
00:30:55
fragment type end-to-end fragment size 160
cir 48000 bc 6000 be 0 limit 750 interval 125
mincir 24000 byte increment 750 BECN response no
```

```
pkts 37595 bytes 4814246 pkts delayed 17667 bytes delayed
2334793
```

```
shaping active
```

```
Current fair queue configuration:
```

```
Discard Dynamic Reserved
```

```
threshold queue count queue count
```

```
64 16 2
```

```
Output queue size 64/max total 600/drops 0
```

Debug frame-relay fragment interface命令将显示数据流上的FRF.12帧头和相关序列号，因而可以获得更详细的排障信息。

提示：

在运行Debug frame-relay fragment interface命令前，确保终止扩展ping。为了观察这个输出，生成单个的1500字节的ping；否则就不能从调试中获得有用信息。

```
group1-r1#debug frame-relay fragment inter serial 0/0 101
```

```
This may severely impact network performance.
```

```
You are advised to enable 'no logging console debug'.
```

```
Continue?[confirm]y
```

```
Frame Relay fragment/packet debugging is on
```

```
Displaying fragments/packets on interface Serial0/0 dlci
100 only
```

```
00:37:32: Serial0/0(o): dlci 100, tx-seq-num 1072, B bit
set, frag_hdr 03 B1 88
```

```
30
```

```
00:37:32: Serial0/0(o): dlci 100, tx-seq-num 1073, no bit
set, frag_hdr 03 B1 08
```

```
31
```

```
00:37:32: Serial0/0(o): dlci 100, tx-seq-num 1074, no bit
set, frag_hdr 03 B1 08
```

```
32
```

```
00:37:32: Serial0/0(o): dlci 100, tx-seq-num 1075, no bit
```



```
set, frag_hdr 03 B1 08
33
00:37:32: Serial0/0(o): dlci 100, tx-seq-num 1076, no bit
set, frag_hdr 03 B1 08
34
00:37:32: Serial0/0(o): dlci 100, tx-seq-num 1077, no bit
set, frag_hdr 03 B1 08
35
00:37:32: Serial0/0(o): dlci 100, tx-seq-num 1078, no bit
set, frag_hdr 03 B1 08
36
```

继续生成无间隔的1500字节的ping的同时，从串行接口处删除 frame relay class命令。这将使FRF.12分段无效。建立一个语音呼叫并观察结果。现在重新激活 FRF.12，并从VoIP拨号对等体中删除IP优先级选项。再运行1500字节的ping，然后观察结果。

删除这两组命令中任何一组命令，帧中继连接的语音质量都会降低。这表示需要流量适配参数和IP优先级来维护实时语音质量传输。

本章总结

为了配置一个完整的VoIP网络，需要几个步骤来实现这个任务。第一步，策划VoIP网络的拨号方案。这决定了连接需要什么样的硬件类型，连接硬件需要什么样的电路，以及需要什么样的特殊规划来保证语音数据真正的“实时”传输。

设计网络中不同的区域将使用什么电话号码和扩展来实现拨号方案。确定需要考虑什么样的区号以与PSTN相一致，是否要把现有的PBX设备并入新的VoIP网络。还应该确定所有的区域将如何路由。在实施拨号方案之前，需要使能现有的能够正常工作的IP网络并对其进行测试。

一旦方案完成，需要对合适的硬件进行配置以使其具有连接性。当使用语音网络模块时，2600和3600系列路由器都具有VoIP的能力。AS5300接入交换机和7200系列路由器可以用于语音终端和语音传输的串行交换。

VIC (Voice Interface Card) 即语音接口卡，与VNM协同工作可以把语音端口接入到2600 / 3600系列。VIC要进行双端口配置，在FXS、FXO、E&M端口中选择一种类型。

现在硬件已经确定了，需要配置路由器上的拨号对等体，来告诉网络如何处理初始语音呼叫的拨号数字。对拨号对等体配置和语音端口本身进行精确调整以处理为保证语音清晰性和传输性所需的特殊调节。拨号对等体到底是POTS型还是VoIP型，这要看它们是本地连接还是路由传输而定。

路由器上所有本地配置都已完成后，就可以用中继线、专用线和WAN链接来创建路由器之

间的连接了。需要配置工业标准的特殊设置，如 FRF.11和FRF.12，以确保工作于帧中继的 WAN 中继线上的正确传输。

最后，为确保整个网络语音传输的实时响应，需要使能 QoS特性，如权值排序 WFQ和基于类的权值排序CBWFQ。IP优先级和资源预留协议RSVP用来保证排序算法内的优先次序。

常见问题解答

问：建立IP网络前必须要做完整的拨号方案吗？

答：并不是至关重要的，但建议这样做。IP网络的建立极其复杂。有没有预先设计，都需要进行多次对话、试验、出错实践，才能使之达到正确无误。如果跳过预先设计这一步，则实现网络前所必须进行排除的故障数量就会以指数级增长。

问：本章所提到的参数对所有操作来说是必须的吗？能使用语音端口和拨号对等体的默认设置吗？

答：对大多数安装来说，使用 FXS和FXO端口的默认设置就足够了。在大部分情况下，destination-pattern和port命令对实现FXS安装是足够的，destination-pattern和session-target命令对实现基本连接也是足够的。要保证按列表中的步骤一步一步地进行，并要保证没有漏掉任何能影响网络和实时传输的步骤。另一方面，由于 E&M端口使用默认设置通常都不能正常工作，所以需要对它进行精确调整。

问：我的公司目前正使用 PBX来处理语音应用，而我试图建立一 VoIP网络。当实施方案的过程中，我如何确保语音应用继续可用？

答：大部分情况下，为网络中的“空白”区域设计双电路是非常明智的。允许双链接连到 PBX上，这样，如果IP网络出现了预想不到的问题，到 PBX的直接连接仍是可用的。换句话说，就是用FXO端口把专用线路连接回到已经存在的 PBX，并且把最初安装的路由器做为串行交换机。采取此方式，如果 QoS和/或路由出了问题，就能够通过将专用线直接安置在 PBX之间使用户重新上线，这样就有时间进行离线故障排除了。这就使开发时间对端用户来说是透明的。