



学习单元 1

SOHO 级接入办公网络



电子工业出版社版权所有
盗版必究



[单元学习目标]

► 知识目标

1. 了解静态路由的特点和应用；
2. 了解广域网出口设备的型号、功能、参数等信息，描述出口设备的特点；
3. 掌握远程接入设备的 PPPoE 接入配置方法；
4. 掌握针对 IPv4 的静态路由配置方法；
5. 掌握出口链路连通性的测试方法；
6. 掌握 SOHO 级接入办公网络的测试方法。

► 能力目标

1. 能够依据实际情况制定可行的 SOHO 办公网络广域网接入方案；
2. 能够利用工程绘图软件绘制 SOHO 级接入办公网络的网络拓扑结构图；
3. 能够完成 SOHO 级接入办公网络的设备功能选型；
4. 能够制定 SOHO 办公网络的远程接入方案；
5. 依据阅读技术文档和产品手册，完成远程接入设备配置与测试；
6. 能够完成 SOHO 级接入办公网络的测试；
7. 能够根据模板完成工作记录，书写 SOHO 级接入办公网络的使用方案、出口路由测试、验收报告；
8. 通过分组及角色扮演，在 SOHO 级接入办公网络的实施过程中，锻炼学生的组织与管理能力、团队合作意识、交流沟通能力、组织协调能力和口头表达能力。

► 情感态度价值观

1. 通过 SOHO 级接入办公网络的项目实施，树立学生认真细致的工作态度，逐步形成一切从用户需求出发的服务意识；
2. 在 SOHO 级接入办公网络项目的实施过程中，树立学生的效率意识、质量意识、成本意识。

[单元学习内容]

收集 SOHO 办公网络远程接入设备的信息，制定 SOHO 办公网络远程接入方案 PPPoE，完成接入设备 PPPoE 配置，掌握相应的测试方法，联合网络用户进行远程接入测试。阅读技术文档和产品手册，了解静态路由的特点和应用，掌握针对 IPv4 的静态路由配置步骤，完成配置与调试。掌握 SOHO 级接入办公网络的测试方法，完成广域网初验，并整理、书写验收报告。



工作任务 1 SOHO 办公网络远程接入

任务描述

1. 阅读资料，了解 PPPoE 的特点、工作过程和应用；

2. 阅读资料,了解 VPDN 的特点和应用;
3. 掌握 PPPoE 模式的远程接入配置。

学习情境

星云公司是北京的一家软件开发公司,为了更好地开展业务,选择了另一处办公地点。在公司搬家过程中公司的网络仍要运转正常。网络管理人员张明决定建立 SOHO 级上网办公网络,内外网连接采用 PPPoE 的模式接入。公司现有一台 DCR-2626 路由器用于与互联网的连接。张明要将这台路由器配置成为 VPDN 接入服务器,选用 PPPoE 作为 VPN 协议。在网络改造之前,张明决定先用此方案进行网络连接,满足内网用户访问互联网的需求。

任务分析

1. PPPoE 是什么?它的工作原理是什么?
2. VPDN 是什么?它的工作原理是什么?
3. 如何实现 PPPoE 模式远程接入?

学习方式

根据学习资料,学生分组学习,了解 PPPoE 的工作原理,依据案例,绘制网络拓扑图,以小组为单位完成 PPPoE 方式远程接入的网络设备配置与调试,并填写实训报告。

活动 1: 学习 PPPoE 理论知识

阅读“知识解析”部分内容,完成下列题目。

1. 在本次任务中,公司内部网络接入外网,采用的远程接入方案是_____。
2. PPPoE 协议分为两个阶段,分别是_____和_____。
3. PPPoE 发现阶段的目的是有两个:分别是_____和_____。
4. PPPoE 的发现阶段可分为四步,这个过程也是 PPPoE 四种数据报文交换的一个过程。写出四种数据报文的英文缩写:_____、_____、_____和_____。从_____报文中开始携带 AC 的 MAC 地址,从_____报文中携带唯一的会话 ID。
5. _____报文用于终止 PPPoE 的会话。
6. PPP 会话建立的三个阶段是:_____、_____和_____。
7. VPDN 的中文全称为_____,VPDN 为远端用户与私有企业网之间提供了一种经济而有效的_____连接方式。
8. VPDN 的两种实现方式是:_____和_____。

知识解析

一、PPPoE 简介

利用以太网(Ethernet)资源,在以太网上运行 PPP(点到点协议)来进行用户认证接入的方式称为 PPPoE(Point to Point Protocol over Ethernet,以太网上的 PPP)。PPPoE 既保护了用户方的以太网资源,又完成了 ADSL 的接入要求,是 ADSL 接入方式中应用最广泛的技术标准。

PPPoE 协议提供了在广播式的网络(如以太网)中多台主机连接到远端的访问集中器(我们对目前能完成上述功能的设备称为宽带接入服务器)上的一种标准,如图 1-1-1 所示。



在这种网络模型中，我们不难看出所有用户的主机都需要能独立地初始化自己的 PPP 协议栈，而且通过 PPP 协议本身所具有的一些特点，能实现在广播式网络上对用户进行计费和管理。为了能在广播式的网络上建立、维持各主机与访问集中器之间点对点的关系，那么就需要每个主机与访问集中器之间能建立唯一的点到点的会话。

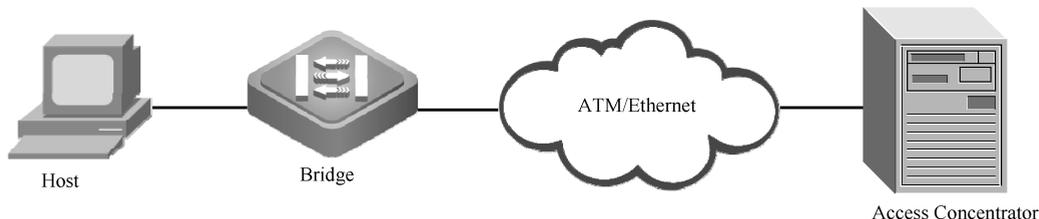


图 1-1-1 典型的 PPPoE 的连接示意图

PPPoE 协议共包括两个阶段，发现阶段（PPPoE Discovery Stage）和会话阶段（PPPoE Session Stage）。发现阶段是无状态的 Client/Server 模式，目的是获得 PPPoE 终结端的以太网 MAC 地址，并建立一个唯一的 PPPoE SESSION_ID（会话 ID）。发现阶段结束后，就进入标准的 PPP 会话阶段。两者的主要区别只是：在 PPP 的数据报文前面封装了 PPPoE 的报文头。无论是哪一个阶段的数据报文最终会被封装成以太网的数据帧进行传送。

二、PPPoE 的工作原理

当一个主机希望开始一个 PPPoE 会话时，它首先会在广播式的网络上寻找一个访问集中器，当然网络上可能会存在多个访问集中器，对于主机而言则会根据各访问集中器（AC，Access Concentration）所能提供的服务或用户预先的一些配置来进行相应的选择。当主机选择好所需要的访问集中器后，就开始和访问集中器建立一个 PPPoE 会话进程。在这个过程中访问集中器会为每一个 PPPoE 会话分配一个唯一的进程 ID，会话建立起来后就开始了 PPPoE 的会话阶段，在这个阶段中已建立好点对点连接的双方（这种点对点的结构与 PPP 不一样，它是一种逻辑上的点对点关系）就采用 PPP 协议来交换数据报文，从而完成一系列 PPP 的过程，最终将在这条点对点的逻辑通道上进行网络层数据包的传送。

1. PPPoE 的发现阶段

PPPoE 的初始化过程是至关重要的，它不仅要在广播式的网络上确定一对一的逻辑关系，而且还要为 PPPoE 的会话阶段准备一些必要条件，如访问集中器唯一分配的会话 ID（Session ID）。

PPPoE 的发现阶段可分为四步，其实这个过程也是 PPPoE 四种数据报文交换的一个过程。当完成这四步后，用户主机与访问集中器双方就能获知对方的 MAC 地址和唯一的会话 ID 号，从而进入下一个阶段（PPPoE 的会话阶段）。实际上双方在互相知道了对方的 MAC 地址后，就已经在广播式的网络上确定了一一对应的关系，为了保证这个连接的有效性，同时使 PPPoE 协议能更加灵活运用，还加入了会话 ID 字段，通过这两个条件就能够确定双方点对点的关系。

PPPoE 发现阶段的第一步，由用户方首先发送一个 PADI（PPPoE Active Discovery Initiation）报文。用户主机是以广播的方式发送这个报文，所以该报文所对应的以太网数据帧的目的地址应填充为全 1，而源地址则填充用户主机的 MAC 地址，会话 ID 由 4 个 16

进制数组成，用全 0 表示。这个广播包可能会被多个访问集中器接收到，如图 1-1-2 所示。

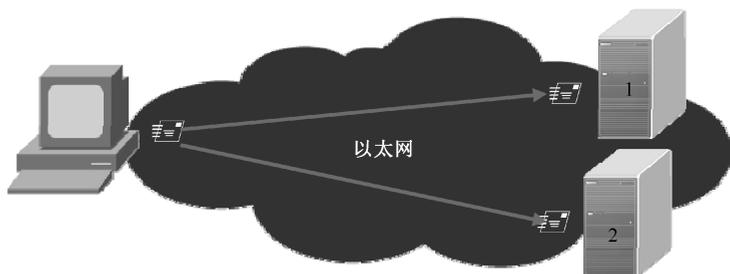


图 1-1-2 PADI 报文发送方式

PPPoE 发现阶段的第二步，接收到 PADI 报文的访问集中器会使用 PADO (PPPoE Active Discovery Offer) 单播报文来响应用户主机发送的 PADI 报文，如图 1-1-3 所示。此时该报文所对应的以太网数据帧的源地址为访问集中器的 MAC 地址，而目的地址则填写从 PADI 中所获取的用户主机的 MAC 地址，PADO 报文中必须包含一个“访问集中器名”标记，会话 ID 部分依旧为 4 个 0。



图 1-1-3 PADO 报文发送方式

PPPoE 发现阶段的第三步，由用户主机向访问服务器发送单播的请求报文 PADR (PPPoE Active Discovery Request)。当用户主机收到 PADO 报文后，会从这些报文中挑选一个访问集中器作为后续会话的对象，如图 1-1-4 所示。由于用户主机在收到 PADO 报文后，就获知了访问集中器的 MAC 地址，因此 PADR 报文所对应的以太网数据帧的源地址填写为用户主机的 MAC 地址，而以太网的目的地址填写为访问集中器的 MAC 地址，会话 ID 仍为全 0，并标明用户主机申请的服务。

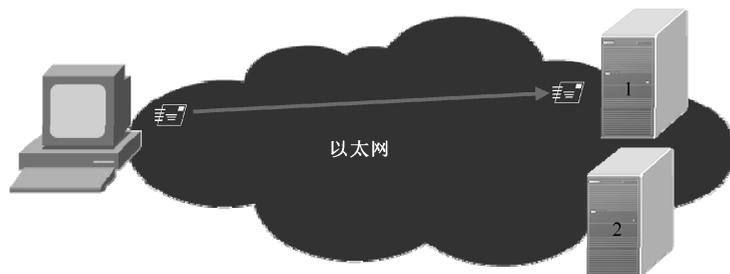


图 1-1-4 PADR 报文发送方式



PPPoE 发现阶段的第四步，也就是最后一步，此时访问集中器收到 PADR 报文后，就准备进入开始一个 PPP 的会话阶段了，这时访问集中器会为这个会话分配一个唯一的会话进程 ID，进程 ID 一定是一组非 0 值，由 4 个 16 进制数组成，在整个会话过程中保持不变，并在发送给主机的 PADS (PPPoE Active Discovery Session-confirmation) 报文中携带上这个会话 ID，如图 1-1-5 所示。如果访问集中器无法满足用户所申请的服务要求，也会向用户发送一个特殊的 PADS 报文，其中不仅会携带一个“服务名错误”的标记，而且该 PADS 报文中的会话 ID 仍填充为全 0。



图 1-1-5 PADS 报文发送方式

2. PPPoE 的会话过程

一旦 PPPoE 进入到会话阶段，PPP 的数据报文就会被填充在 PPPoE 的净载荷中被传送，这时双方都以单播方式发送所有的以太网包。PPPoE 会话时，会话 ID 始终不能改变，一直都是发现阶段分配的值。

3. PPPoE 通信流程

当一台主机想开始一个 PPPoE 会话，它必须先通过发现阶段来识别对方的以太网 MAC 地址，并建立一个唯一的 PPPoE 会话 ID。在发现阶段，由于以太网的广播特性，允许主机发现所有的接入集中器，然后选择一个。当发现阶段完成，主机和选择的接入集中器都获得了它们在以太网上建立 PPP 连接的信息。直到 PPP 会话建立，发现阶段一直保持无状态的状态。一旦 PPP 会话建立，主机和接入集中器都必须为 PPP 虚接口分配资源。PPPoE 整个通信流程如图 1-1-6 所示。

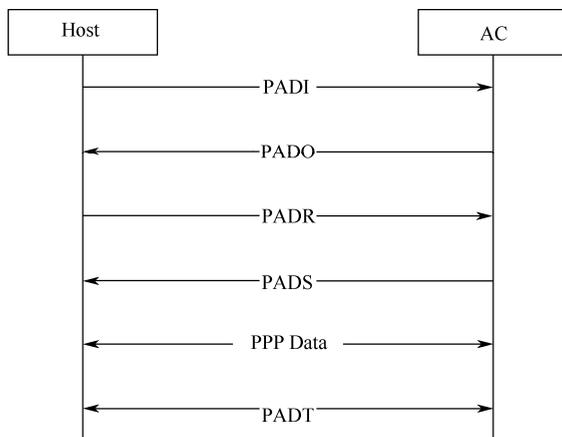


图 1-1-6 PPPoE 通信流程

图中的 PADT (PPPoE Active Discovery Terminate) 报文可能在会话阶段的任意时间内被发送,主要是用来终止一个 PPPoE 会话。它可以由主机或访问集中器发送,目的地址填充为对端的以太网的 MAC 地址,报文中不需要携带任何标记,只需将会话 ID 填充为 0,当收到 PADT 报文的时候,不允许再使用当前这个进程发送任何 PPP 数据流量,甚至连正常的 PPP 终止报文也不能被发送。

4. PPP 会话建立过程

当用户和接入服务器之间的 PPPoE 建立之后,就可以在上面建立 PPP 会话。PPP 会话的建立分为三个阶段:LCP 协商、认证、IPCP 协商。对于 PPP 终结和 PPP 续传,LCP 协商阶段是相同的,认证和 IPCP 协商不同。

5. PPP 终结时的认证和 IP 地址分配

PAP 为两次握手认证,口令为明文。PAP 认证过程如下:拨号用户发送用户名和口令到接入服务器,接入服务器通过 RADIUS 协议到 RADIUS 服务器上去查看是否有此用户,口令是否正确,然后发送相应的响应。

CHAP 为三次握手认证,口令为密文。CHAP 拨号用户发送用户名到接入服务器,接入服务器发送一些随机产生的报文,交给被拨号用户,拨号用户用自己的口令采用 MD5 算法进行加密,传回密文,接入服务器用从 RADIUS 服务器取得的用户口令及随机报文也采用 MD5 算法加密,比较二者的密文,根据比较结果返回认证成功或失败的响应。接入服务器和 RADIUS 服务器之间通过一个共享密钥以密文方式通信。

在认证阶段,如果在用户数据库中为该用户名配置了 IP 地址,则 RADIUS 服务器将这个 IP 地址返回给接入服务器,作为这个用户上网使用的 IP 地址。

如果用户在认证阶段还没有获得 IP 地址,就需要在 IPCP 阶段协商 IP 地址。一般来说,运营商为用户提供接入服务时,应该有一批 IP 地址,即 IP 地址池,用户上网所需要的 IP 地址就来自这里。当用户上网时,从 IP 地址池中给用户分配一个 IP 地址,当用户下网时,这个 IP 地址归还到地址池。在运营商开通接入服务时,将 IP 地址池配置到接入服务器中,在 IPCP 阶段,接入服务器从 IP 地址池中分配一个空闲的 IP 地址给用户,作为用户上网的 IP 地址。如果已经没有可用的 IP 地址,则 IPCP 协商失败,关闭 PPP 连接,在用户看来,则是拨号失败,ISP 暂时不能为他提供接入服务。

6. PPP 续传时的认证和 IP 地址分配

LCP 协商结束后,如果经 RADIUS 服务器检查这是一个 VPN 用户,则接入服务器为这个用户建立到 LNS 的会话,如果没有隧道还要建立隧道。认证分为两种情况:一次认证和两次认证。

一次认证是指只在 LAC 的 RADIUS 服务器上认证一次,LNS 信任 LAC 的 RADIUS 服务器。用户的 IP 地址可以由 LAC 的 RADIUS 服务器指定,也可以由用户和 LNS 进行 IPCP 协商获得。

两次认证是指用户需要输入两次用户名和口令,一个是接入 Internet 的权限验证,一个是进入 VPN 的权限验证。认证的时候需要 LAC 的 RADIUS 服务器和 LNS 的 RADIUS 服务器共同配合。IP 地址既可以由 LNS 的 RADIUS 服务器指定,也可以由用户和 LNS 进行 IPCP 协商获得。

三、VPDN 简介

VPDN(Virtual Private Dial-Up Network,虚拟私有拨号网)是指利用公共网络(如 ISDN



或 PSTN) 的拨号功能接入公共网络, 实现虚拟专用网, 从而为企业、小型 ISP、移动办公人员等提供接入服务。即 VPDN 为远端用户与私有企业网之间提供了一种经济而有效的点到点连接方式。

VPDN 采用专用的网络通信协议, 在公共网络上为企业建立安全的虚拟专网。企业驻外机构和出差人员可从远程经由公共网络, 通过虚拟隧道实现和企业总部之间的网络连接, 而公共网络上其他用户则无法穿过虚拟隧道访问企业网内部的资源。

VPDN 有以下两种实现方式:

1. 接入服务器发起 VPDN 连接

NAS (Network Access Server, 网络接入服务器) 通过使用 VPDN 隧道协议, 将客户的 PPP 连接直接连到企业的 VPDN 网关, 从而与 VPDN 网关建立隧道。这些对于用户是透明的, 用户只需要登录一次就可以接入企业网, 由企业网进行用户认证和地址分配, 而不占用公共地址。该方式需要 NAS 支持 VPDN 协议、认证系统支持 VPDN 属性。

2. 用户发起 VPDN 连接

客户端与 VPDN 网关建立隧道。这种方式由客户端先建立与 Internet 的连接, 再通过专用的客户软件 (如 Windows 2000 支持的 L2TP 客户端) 与 VPDN 网关建立隧道连接。用户上网的方式和地点没有限制, 不需要 ISP 介入。但是, 用户需要安装专用的软件 (一般都是 Windows 2000 平台), 限制了用户使用的平台。

VPDN 网关一般使用路由器或 VPN 专用服务器。

VPDN 隧道协议主要包括以下三种:

- PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol, 点到点隧道协议);
- L2F (Layer 2 Forwarding, 二层转发);
- L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol, 二层隧道协议), 目前使用最广泛的是 L2TP。

活动 2: 学习 PPPoE 配置命令

阅读“命令详解”部分内容, 完成下列题目。

1. 若只需要配置一名用户上网, 那么 PPPoE 服务器端的命令需要配置_____条; 如果需要配置两名用户上网, PPPoE 服务器端的命令需要配置_____条, 写出需增加配置的命令格式_____。

2. 依据 PPPoE 的工作原理, 可以将 PPPoE 服务器端的配置命令归纳成四步: VPDN 服务开启及组参数设置; 虚接口建立及参数设置; 创建用户登录账号; 创建 PPPoE 公网地址池。列出上述四步的正确配置顺序, 并注明完成每一步需要配置的命令数量。

命令详解

一、启动 VPDN 命令

全局配置模式下:

```
vpdn enable
```

说明:

在缺省情况下, 路由器的 VPDN 功能是禁止的。如果要允许使用 VPDN 功能, 在配置

VPDN 其他命令之前，必须首先使用此命令，启动 VPDN。

二、创建 VPDN 组

全局配置模式下：

```
vpdn-group <group-number>
```

说明：

<group-number>：VPDN 组号，范围 0~3000，缺省 VPDN 组号为 1。

允许管理员通过 VPDN 组定义每个隧道的配置命令，包括 L2TP 隧道验证，拨入配置等。

三、VPDN 参数配置

1. 允许外来用户拨入。

VPDN 组配置模式下：

```
accept-dialin
```

说明：

此命令配置路由器成为 VPDN 的 NAS 端，就是服务器端。允许外来用户使用 VPDN 方式拨入。

2. 与创建的虚拟接口建立关联，克隆配置的原端口为 Virtual-template 模板接口号。

VPDN 组配置模式下：

```
port virtual-template 模板接口号
```

说明：

建立的 VPDN 连接通过虚拟模板接口派生出来的 virtual-access 接口进行通信。

3. 设置隧道使用协议为 PPPoE。

VPDN 组配置模式下：

```
protocol pppoe
```

说明：

VPDN 组使用 PPPoE 协议封装数据。

4. 将物理端口与 VPDN 组绑定

VPDN 组配置模式下：

```
pppoe bind <interface>
```

说明：

<interface>：表示物理端口标识。

四、创建虚拟模板接口

全局配置模式下：

```
interface virtual-template <word>
```

说明：

<word>：为模板名或模板接口号。

虚拟模板接口是一个为串口所配置的逻辑实体。虚拟接入接口是从虚拟模板接口复制来的，它按需使用，并在不再需要时被释放。每个 accept dialin 组只能使用一个虚拟模板复制虚拟接入接口。如果在一个 accept dialin 组中使用第二个虚拟模板命令，那么它将覆盖第一个虚拟模板命令。



五、虚拟模板接口参数配置

1. 配置 IP 地址。

虚拟模板接口配置模式下：

```
ip address <ip 地址> <mask>
```

2. 与此接口建立连接时需使用 PPP 协议的 CHAP 验证。

虚拟模板接口配置模式下：

```
ppp authentication chap
```

3. 允许 VPDN 拨号进入的用户获得地址池所定义的地址。

虚拟模板接口配置模式下：

```
peer default ip address pool <pool-name>
```

说明：

<pool-name>：地址池名称。

六、创建本地地址池

全局配置模式下：

```
ip local pool <pool-name> <起始 IP 地址> 地址个数
```

说明：

<pool-name>：地址池名称，即虚拟模板中所引用的地址池。

七、创建登录账号

全局配置模式下：

```
aaa authentication ppp default local  
username 用户名 password 密码
```

说明：

用户名、密码一定要保存好，用于终端用户 PPPoE 拨号上网。

活动 3：练习 PPPoE 远程接入模拟案例

一、任务描述

路由器 R1 的 F0/0 口所接的局域网络是公司的内网，F0/3 口是公司的外网出口，PC1 表示公司职员所用的终端设备。PC1 通过 PPPoE 的方式接入 Internet。如图 1-1-7 所示。

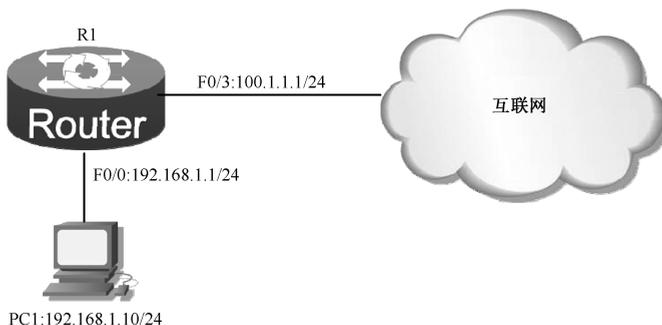


图 1-1-7 网络拓扑示意图

附加要求：地址池名称：pppoe，分配 IP 地址：110.16.3.2/24 ~ 110.16.3.21/24 给所有拨号上网的用户。用户名：visitwang，密码为：wang。

二、任务分析



三、搭建模拟网络

操作步骤

1. 按照绘制的网络拓扑图连接网络设备。
2. 分析若要实现任务要求，各网络设备将要配置的主要技术。

(1) 路由器配置的基本步骤：

配置端口 IP 地址。

将路由器配置成为 PPPoE 的服务器端。

(2) 内网主机配置的基本步骤：

手工配置主机 IP 地址。

将内网主机配置成为 PPPoE 的客户端。

3. 配置网络设备。

(一) 路由器配置。

第一步：配置端口 IP 地址。

全局模式下配置：

```

interface fastEthernet 0/0 //进入 f0/0 端口配置模式，f0/0 用于连接企业内
网，所以是内网口
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 //配置指定 IP 地址
exit //退出端口配置模式，返回全局配置模式
interface fastEthernet 0/3 //进入 f0/3 端口配置模式，f0/3 用于连接互联网
网，所以是外网口
ip address 100.1.1.1 255.255.255.0 //配置指定 IP 地址
  
```

第二步：将路由器配置成为 VPDN 的 PPPoE 服务器端。

(1) 全局模式下配置用户登录账号。

```

aaa authentication ppp default local //创建用于 PPP 协议认证的验证方法，验
证方法名为系统默认名称：default
username visitwang password 0 wang //创建拨号上网用户登录账号，用户名为：
visitwang，密码为：wang
  
```

(2) 全局模式下配置上网用户所使用的本地地址池。

```

ip local pool pppoe 110.16.3.2 20 //创建本地地址池 pppoe，地址池的地址范
围从 110.16.3.2 开始的连续 20 个地址，即从 110.16.3.2 ~ 110.16.3.21。
  
```

(3) 虚拟模板接口配置。

```

interface virtual-template 1 //创建了一个虚拟模板接口 1，作为 VPDN NAS 端接口
ip address 110.16.3.1 255.255.255.0 //为虚拟模板接口设置 IP 地址，必须与本
  
```



地址池中的地址属于同一个网段

```
ppp authentication chap //在此接口建立时使用 PPP 的 CHAP 验证
peer default ip address pool pppoe //验证通过的上网用户将从指定的地址池中获得上网地址
```

(4) 全局模式下开启 VPDN 功能。

```
vpdn enable
```

(5) VPDN 组参数配置。

```
vpdn-group 0 //创建 VPDN 组，组号为 0，并进入组配置模式
accept-dialin //使路由器成为 VPDN 的 NAS 端，允许上网用户进行 VPDN 拨入
protocol pppoe //使用 PPPoE 协议封装数据
port virtual-template 1 //VPDN 组与虚拟模板接口关联，即可以进行通信
pppoe bind FastEthernet 0/0 //VPDN 组与内网口绑定
```

(二) 内网主机配置

第一步：手工配置主机 IP 地址。

在“Internet 协议 (TCP/IP)”属性对话框中设置，一定要设置网关地址。如图 1-1-8 所示。

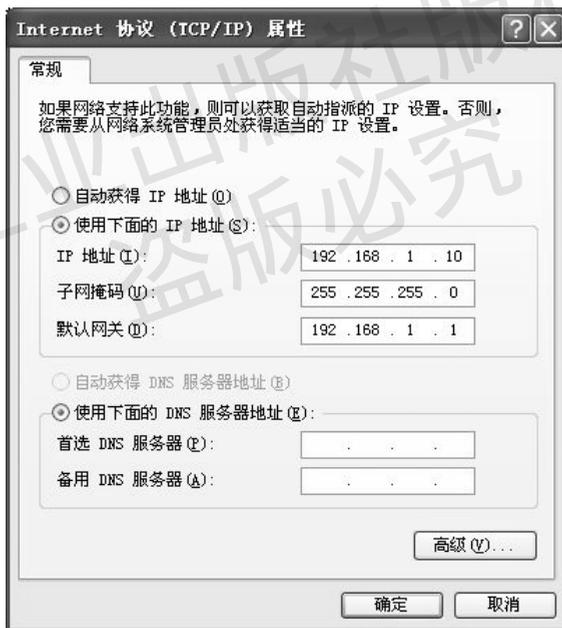


图 1-1-8 “Internet 协议 (TCP/IP) 属性”对话框

第二步：用户终端 PPPoE 拨号上网配置。

(1) 打开“网上邻居”窗口，单击左侧“网络任务”分组中的“创建一个新的连接”选项，如图 1-1-9 所示。

(2) 在“新建连接向导”对话框中，单击“下一步”按钮，如图 1-1-10 所示。

(3) 在“网络连接类型”对话框中选择网络连接类型，选中“连接到 Internet (C)”单选按钮，单击“下一步”按钮，如图 1-1-11 所示。



图 1-1-9 创建新的网络连接



图 1-1-10 “新建连接向导”对话框

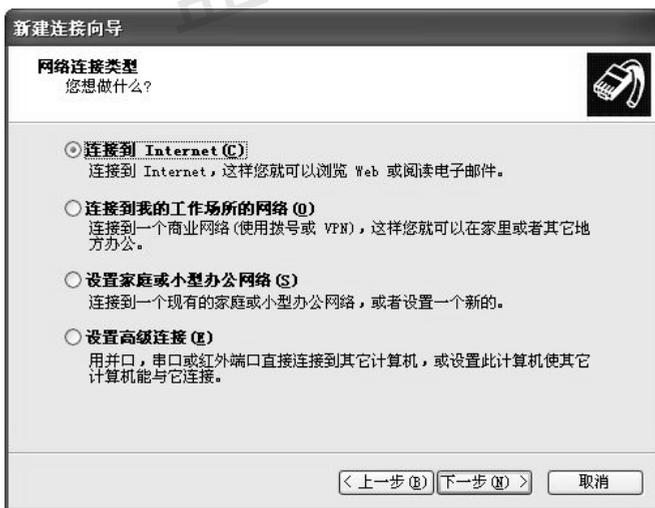


图 1-1-11 “网络连接类型”对话框

(4) 在“准备好”对话框中，选择连接方式为“手动设置我的连接”，单击“下一步”按钮，如图 1-1-12 所示。

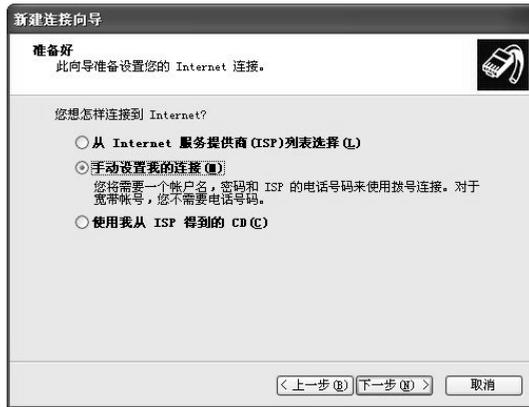


图 1-1-12 “准备好”对话框

(5) 在“Internet 连接”对话框中，选择拨号类型，选中“用要求用户名和密码的宽带连接来连接”单选按钮，即“PPPoE”连接方式，单击“下一步”按钮，如图 1-1-13 所示。

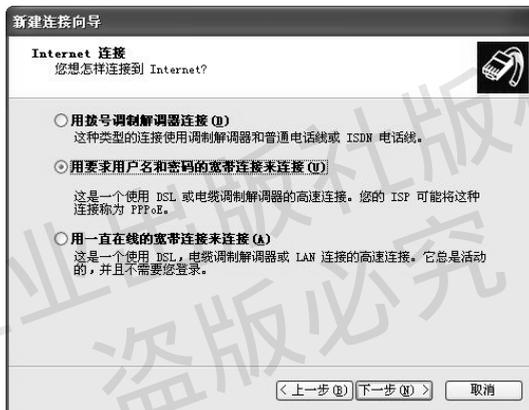


图 1-1-13 “Internet 连接”对话框

(6) 在“连接名”对话框中，输入网络服务商的名称作为创建的连接名称，可以任意输入一组字符串，在本案例中输入“bangong”，单击“下一步”按钮，如图 1-1-14 所示。

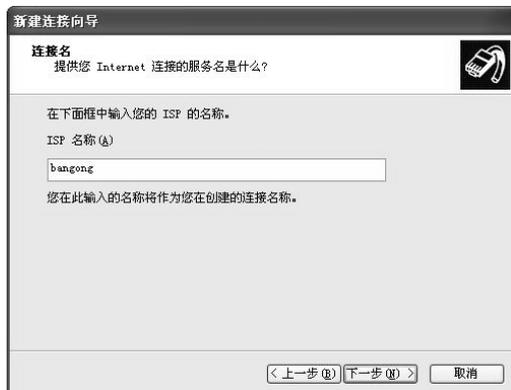


图 1-1-14 “连接名”对话框

(7) 在“Internet 账户信息”对话框中输入用户名和密码，一定要与服务器端配置的用户账号一致，在本案例中用户名应输入“visitwang”，密码应输入“wang”，密码需要重复输入两次，如图 1-1-15 所示，单击“下一步”按钮。



图 1-1-15 “Internet 账户信息”对话框

(8) 在“正在完成新建连接向导”对话框中可以直接单击“完成”按钮，也可以先选中“在我的桌面上添加一个到此连接的快捷方式”复选框后再单击“完成”按钮，如图 1-1-16 所示。这样，桌面上将会生成一个名为“bangong”拨号连接快捷方式，简化了用户拨号上网的操作。

4. 测试网络效果

网络设备配置完成后，将进入搭建网络的最后一个环节，测试网络效果，不同的网络技术应用，测试的方法也不同。PPPoE 远程接入测试可以从客户端与服务器端两个方面入手，客户端的测试有两种方法：

(1) 单击创建好的“bangong”拨号连接，打开“连接 bangong”对话框，输入服务器端配置好的用户名和密码，如图 1-1-17 所示，单击“连接”命令按钮。若客户端创建的拨号连接成功，“bangong”拨号连接快捷方式上将会显示“已连接上”的标识，效果如图 1-1-18 所示，在此之后，用户就可以访问互网络了。



图 1-1-16 “正在完成新建连接向导”对话框



图 1-1-17 “连接 bangong”对话框



图 1-1-18 “bangong” 拨号连接成功

(2) 内网用户未发起拨号连接时，在“命令行”窗口输入“ipconfig”命令查看内网用户的 IP 地址，只能看到一个局域网的 IP 地址，如图 1-1-19 所示。拨号连接成功后，用相同方法再次查看客户端获得的 IP 地址，将会看到客户端拥有两个 IP 地址，一个是局域网的 IP 地址，一个是可以访问互联网使用的公网 IP 地址，即 PPPoE 服务器端所下发的地址池的地址，如图 1-1-20 所示。

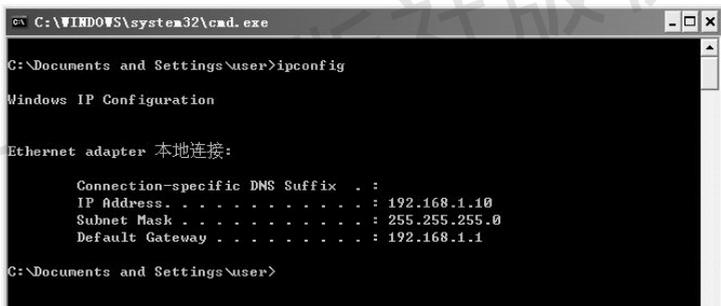


图 1-1-19 PPPoE 拨号连接前的内网主机 IP 地址

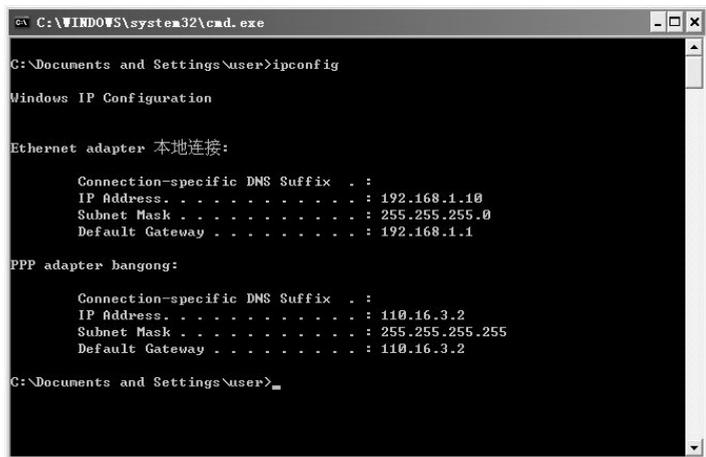


图 1-1-20 PPPoE 拨号连接成功后的内网主机 IP 地址

作为网管人员,还可以从服务器端检测 PPPoE 的实施效果,也可以使用以下两种方法:

(1) 在路由器上配置一条查看 PPPoE 的会话命令“show pppoe session”,可以看到 PPPoE 拨号连接的数量,本案例中只有一个内网用户拨号上网,因此只能看到一条会话,显示出服务器端与客户端两个设备的 MAC 地址,如图 1-1-21 所示,说明 PPPoE 技术实施成功。

```
Router_config#show pppoe session
PPPOE Session Information:
Total sessions 1

ID      Local_Address      Remote_Address      State      Role      Interface      Bind_E
ther
251    00:e0:0f:9c:a6:7d  00:1e:90:98:59:71  Established  server  va0          f0/0
```

图 1-1-21 查看 PPPoE 会话结果

(2) 当一个客户端发起拨号连接成功后,在服务器端的路由器上可以看到由虚模板生成的一个对应的虚拟接口“Virtual-Access0”处于“Up”状态,使用查看端口 IP 摘要信息的命令“show ip interface brief”可以看到,如图 1-1-22 所示。如果有多个客户端发起连接,将会显示多个虚拟接口处于“Up”状态,分别用“Virtual-Access0”、“Virtual-Access1”、“Virtual-Access2”……表示。当客户端拆除 PPPoE 拨号连接后,服务器端对应的虚拟接口也随即自动删除。

```
Router_config#show ip interface brief
Interface      IP-Address      Method Protocol-Status
Async0/0       unassigned      manual down
Serial0/1      unassigned      manual down
Serial0/2      unassigned      manual down
FastEthernet0/0 192.168.1.1    manual up
FastEthernet0/3 100.1.1.1      manual down
Virtual-templatel 110.16.3.1    manual down
Virtual-access0 110.16.3.1    manual up
```

图 1-1-22 查看端口 IP 摘要信息结果

5. 常见的网络故障分析

(1) 客户端输入的用户账号与服务器端配置的用户账号不一致时,会出现如图 1-1-23 所示的提示信息。重新发起连接,输入正确的用户名和密码后,故障即可排除。



图 1-1-23 “用户账号”错误的提示信息

(2) 服务器端地址池中的地址个数过少或是没有配置调用地址池的命令,会出现如图 1-1-24 所示的提示信息。只要增加地址池中的地址个数或是在虚模板参数配置中添加调用地址池的命令,故障即可排除。

(3) 当出现如图 1-1-25 所示的提示信息时,通常无法直接判断故障原因,可能会是以下几种情况之一:内网用户无法与自己的网关连通,可能是连线错误导致;内网用户能够



连通网关，但在服务器端没有开启 VPDN 功能；在 VPDN 组参数配置时，没有绑定内网端口命令或是端口绑定错误。需要逐一排除，锁定故障原因后采用相应的对策即可。

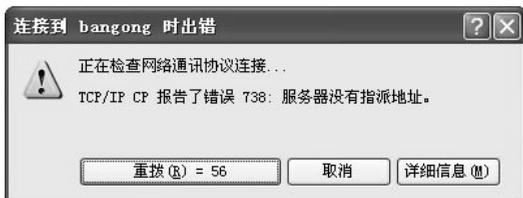


图 1-1-24 “地址池”错误的提示信息

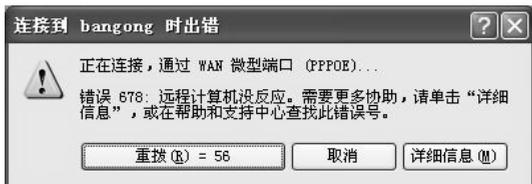


图 1-1-25 多种故障导致的错误提示信息

活动 4: 实战训练 1——PPPoE 远程接入简单配置

一、任务要求

路由器 R1 的 F0/0 口所接的局域网络是公司的内网，F0/3 口是公司的外网出口，PC1 表示公司职员所用的终端设备。PC1 通过 PPPoE 的方式接入 Internet。

附加要求：地址池名称：PPPoE，分配 IP 地址：200.1.1.2/24 ~ 200.1.1.5/24 给所有拨入的用户。用户名：wanuser，密码为：wan，其网络拓扑示意图如图 1-1-26 所示。

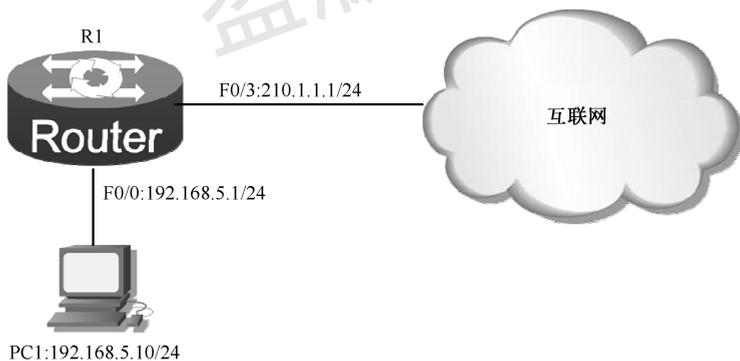


图 1-1-26 网络拓扑示意图

二、实训设备

1. DCR-2626 路由器：1 台；
2. DCS-3950 二层交换机：1 台；
3. 计算机：1 台；
4. 若干网线。

三、实训拓扑图

手绘网络拓扑图，并进行 IP 地址规划。

四、搭建模拟网络

操作步骤

1. 根据网络拓扑图连接各种网络设备。

2. 网络设备配置。

(1) 分析任务要求，写出各网络设备主要配置步骤。

路由器：_____

二层交换机：_____

计算机：_____

(2) 按题目要求，写出各网络设备的具体配置命令。

将路由器配置成为 PPPoE 服务器端。

- 全局模式下配置验证方法列表和本地地址池。

- 虚拟模板接口配置

- 全局模式下开启 VPDN 功能

- VPDN 组参数设置

配置路由器端口 IP 地址。



二层交换机配置。

配置 PC 的 IP 地址和 PPPoE 拨号上网属性，略

3. 测试网络。

(1) 客户端拨号连接。

成功

不成功

(2) 查看内网 PC 的 IP 地址，是否获得属于地址池中的地址。

获得

未获得

(3) 写出在服务器端查看 PPPoE 连接效果的两条命令。

4. 若网络出现故障，阅读“常见的网络故障分析”内容，小组合作排除故障，并完成下列记录内容。

故障现象： _____
测试命令： _____
故障原因： _____
修改方法： _____

活动 5：实战训练 2——PPPoE 远程接入综合配置

一、任务要求

路由器 R1 的 F0/0 口所接的局域网络是公司的内网，F0/3 口是公司的外网出口，PC1 表示公司职员所用的终端设备。PC1 通过 PPPoE 的方式接入 Internet。

附加要求 1：地址池名称：shangwang，分配 IP 地址：201.1.1.2/24 ~ 201.1.1.10/24 给所有拨入的用户。用户名：wanuser，密码为：wan，其网络拓扑示意图如图 1-1-27 所示。

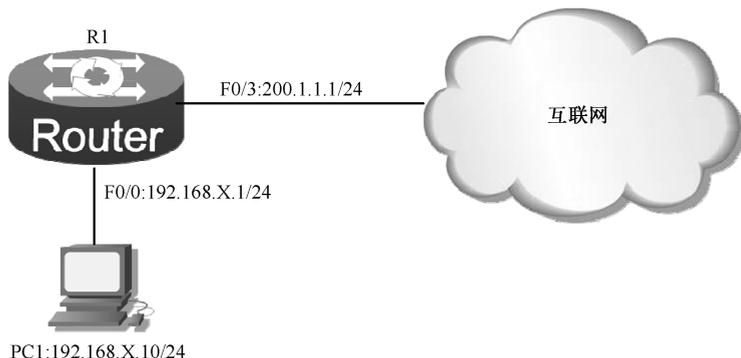


图 1-1-27 网络拓扑示意图

附加要求 2：路由器 R1 同时作为 DHCP 服务器，为公司内网员工自动分配 IP 地址，内网 IP 地址的主机位最小数值为 10。

二、实训设备

1. DCR-2626 路由器：1 台；

2. DCS-3950 二层交换机：1 台；
3. 计算机：1 台；
4. 若干网线。

三、实训拓扑图

手绘网络拓扑图，并进行 IP 地址规划，内网 IP 网段可自由设置。

四、搭建模拟网络

操作步骤

1. 根据网络拓扑图连接各种网络设备。
2. 网络设备配置。

(1) 分析任务要求，写出各网络设备的主要配置步骤。

路由器：_____

二层交换机：_____

计算机：_____

(2) 按题目要求，写出各网络设备具体配置命令

将路由器配置成为 PPPoE 的服务器端。

- 在全局模式下配置验证方法列表和本地地址池。

- 虚拟模板接口配置。

- 全局模式下开启 VPDN 功能。

- VPDN 组参数设置。



配置路由器端口 IP 地址（略）。
将配置路由器为 DHCP 服务器。

提示步骤：

- 全局模式下开启 DHCP 服务。

ip dhcpd enable

- 全局模式下创建 DHCP 地址池，进入地址池配置模式后，指定自动分配 IP 地址的网段、地址范围和网关。

ip dhcpd pool <地址池名称>
network <网络号> <子网掩码>
range <起始地址> <终止地址>
default-router <网关 IP>

二层交换机配置（略）。

配置 PC 的 IP 地址和 PPPoE 拨号上网属性（略）

3. 测试网络。

(1) 客户端拨号连接。

成功

不成功

(2) 查看内网 PC 机的 IP 地址，是否获得属于地址池中的地址。

获得

未获得

(3) 写出在服务器端查看 PPPoE 连接效果的两条命令。

4. 若网络出现故障，阅读“常见的网络故障分析”内容，小组合作排除故障，并完成下列记录内容。

故障现象： _____

测试命令： _____

故障原因： _____

修改方法： _____

[思考与练习]

一、简答题

1. PPPoE 协议是什么？
2. VPDN 的作用是什么？

二、选择题

1. 在配置 PPPoE Server 端时需要配置（ ）。 [三个]

- A . ip local pool
B . interface Virtual-Template1
C . vpdn-group
D . crypto map
- 2 . PPPoE 阶段共有 () 。 [两个]
A . 发现阶段
B . 侦听阶段
C . ppp 会话阶段
D . 学习阶段
- 3 . PPPoE 协议的优点包括 () 。 [多选]
A . 安装与操作方式类似于以往的拨号网络模式, 不改变用户使用习惯。
B . 允许多个用户共享一个高速数据接入链路。
C . 适应小型企业和远程办公的要求。
D . 终端用户可同时接入多个 ISP。
E . 兼容现有所有的 XDSL Modem 和 DSLAM。
F . 可与 ISP 现有接入结构相融合。
- 4 . PPPoE 连接的断开方式有 () 。 [两个]
A . 利用 PPP 协议来结束会话。
B . 利用 PADT 报文。
C . 利用 PBDU 报文。
D . 利用 DBD 报文。
- 5 . PPPoE Client 端 PC, 需要在 () 配置 PPPoE 连接拨号。 [一个]
A . 我的电脑
B . 任务管理器
C . 网上邻居
D . 开始菜单
- 6 . PPPoE Server 端在配置虚拟模板时, 调用本地地址池命令是 () 。 [一个]
A . ip nat pool
B . ip local pool
C . aaa authentication ppp default local
D . peer default ip address pool
- 7 . 配置 PPPoE 时要绑定 vpdn 组到实际物理接口的命令是 () 。 [一个]
A . pppoe bind
B . priority-group
C . crypto map
D . accept-dialin
- 8 . PPPoE 的报文交互过程包括 () 。 [四个]
A . PADI
B . PADO
C . PADR
D . PADT
E . PADS
- 9 . PPPoE 发现阶段中的 PADR 报文作用为 () 。 [一个]
A . 查找服务器端
B . 查找连接端
C . 可能有多个 PPPoE 服务器端, 选择 PPPoE 服务器端
D . 可能有多个 PPPoE 连接端, 选择 PPPoE 连接端
- 10 . PPPoE 发现阶段初始化报文 PADI 是通过 () 方式发送的。 [一个]
A . 单播
B . 组播
C . 广播
D . 任意播



考核评价表

班级: _____

姓名: _____

日期: _____

考核内容	工作任务一: SOHO 办公网络远程接入		
评价标准			
考核方式	优秀	良好	合格
选择题测试 (20分)	三个档次(20、18、16)(≥8, 一道题2分)	两个档次(14、12)(≥6, 一道题2分)	一个档次(10)(≥5, 一道题2分)
任务实战(40分)	小组合作默契,顺利完成实训配置与调试,测试成功(40分)	在老师的提示下小组合作基本顺利完成实训配置与调试,测试成功(32分)	小组合作需要加强,经老师辅导或其他小组帮助完成实训配置与调试,测试成功(24分)
工作任务单(30分)	填写内容准确、无遗漏,字迹工整、无错别字(30分)	填写内容基本正确、无遗漏,字迹较工整(24分)	填写内容有少数遗漏,字迹潦草,有少数错别字(18分)
工作态度(5分)	准时到岗,顺利认真完成本职工作,服从管理(5分)	准时到岗,经他人帮助完成本职工作,服从管理(4分)	经提示能按照要求约束自己,在他人帮助下完成本职工作(3分)
操作实施规范(5分)	模拟网络环境搭建准确,线缆连接标准,爱护设备,整理实验环境符合要求(5分)	模拟网络环境搭建基本准确,线缆连接标准,爱护设备,整理实验环境基本符合要求(4分)	经多次提示模拟网络环境搭建基本准确,线缆连接标准,爱护设备,整理实验环境基本符合要求(3分)
成绩评定			
选择题测试评定			
自评			
师评			
工作任务单评定			
自评			
师评			
工作态度评定			
自评			
互评			
师评			
操作实施规范评定			
自评			
互评			
师评			
任务实战评定(网络工程师、项目经理可以从优秀起评,售前工程师从良好起评,反思内容少于50字,反思成绩不合格,实战成绩降一个档次,若实战成绩本应合格,降为不合格,分为20,16,12三个档次)			

续表

将路由器配置为 VPDN 的 PPPoE 服务器端			
自评			
互评			
师评			
配置 PC 的 PPPoE 拨号上网属性			
自评			
互评			
师评			
学 生 反 思			
<p>1. 通过任务一的学习,你真正掌握了哪些知识?</p> <p>2. 请说明自评成绩的理由,可以从以下几个方面说明:</p> <p>(1) 本次任务你的分工是什么,是否积极尽责完成,有无差错,若有,哪些方面没有做好?</p> <p>(2) 两部分考核,哪部分做得较好,哪部分做得不好,分析做得不好的原因。</p> <p>(3) 你觉得小组合作是否愉快,有无改进之处。</p> <p>(4) 你的学习态度如何?</p>			



工作任务 2 SOHO 办公网络路由协议配置

任务描述

1. 阅读资料,了解静态路由的特点和应用。
2. 阅读资料,了解 PPP 协议的特点和应用。
3. 掌握静态路由协议的配置方法。



4. 掌握 PPP 协议的配置方法。

学习情境

星云公司最近发展势头强劲，公司规模扩大，在上海市中心的商业区租用了办公室成立了分支机构，现在公司网络管理人员张明购买了两台路由器用于连接分支机构和总部的网络，总部和分支机构之间的网络连接租用电信运营商的 E1 专线作为广域网线路。由于组网比较简单，张明决定使用静态路由来完成公司总部和分支机构的网络连接。

任务分析

1. 什么是静态路由，有何应用，如何配置？
2. 两台路由器与电信运营商之间连接后需要运行何种协议？如何配置？

学习方式

根据学习资料，学生分组学习，了解静态路由的特点和应用以及 PPP 协议的特点和应用，依据案例，绘制网络拓扑图，以小组为单位完成网络设备的配置与调试，并填写实训报告。

活动 1：学习静态路由和 PPP 协议理论知识

阅读“知识解析”部分内容，完成下列题目。

1. 在本次任务中，总部网络与分支机构网络连通，采用的路由策略是_____。
2. 在本次任务中，总部网络与电信运营商采用专线连接，需要运行的协议是_____。
3. 静态路由由网络管理员以_____方式配置，适用于_____的网络。
4. 静态路由的配置命令应在_____模式下配置。
5. PPP 协议的中文全称为_____协议，它是广域网_____层协议。
6. PPP 协议是一个协议族，主要由三部分协议组成，分别是：
 - (1) _____
 - (2) _____
 - (3) 认证协议，认证协议又分为两种：_____和_____。
7. PAP 认证是_____次握手协议，由_____方发起，在_____阶段进行验证，通过在网络上发送_____实施验证。
8. CHAP 认证是_____次握手协议，由_____方发起，在_____阶段进行验证，通过在网络上发送_____实施验证。
9. PPP 协商流程一般经历 5 个阶段，分别是：_____、_____、_____、_____和_____。

知识解析

一、静态路由简介

路由是英文 Route 的中文翻译，意思是“路径”，在网络术语中，它用于说明从一个网络到另一个网络的路径或者从一个节点到另一个节点的网络路径。

给一个网络设备添加路由是为了告诉设备如何转发一个到远方去的数据包，这个添加可以是人工添加的——通常叫静态路由，也可以是路由设备之间通过协商自动添加的——通常叫动态路由，不论怎样，路由设备都需要从“路由表”中提取转发的路径信息。人工

添加的静态路由直接写入路由表，而动态路由则依靠路由设备之间的信息交换经过算法计算后自动写入路由表。

静态路由 (Static Routing) 是一种特殊的路由，由网络管理员采用手工方法在路由器中配置而成。在早期的网络中，网络的规模不大，路由器的数量很少，路由表也相对较小，通常采用手工的方法对每台路由器的路由表进行配置，即静态路由。这种方法适合在规模较小、路由表也相对简单的网络中使用。它较简单，容易实现，沿用了很长一段时间。

路由设备的路径信息 (路由) 项主要包含以下三个元素：一是远端网络的标识——网络号；远端网络的掩码；去往远端网络的出口或下一跳地点。使用以上三个元素，设备可以对接收的数据包进行识别并在匹配远端网络号的情况下将数据包按照路由项的出口或下一跳地点转发出去。

静态路由与动态路由相比其优势在于网络的维护成本比较低，也就是不需要消耗网络带宽来维护静态路由，但它不能根据网络的实际变化更新，只有人工参与的情况下才有可能更新，因此它的实时性比较差；动态路由的实时性较好，但也因此消耗了一定的网络带宽和路由设备的 CPU 资源，而且网络的频繁变化也容易给路由设备带来比较大的影响。

二、专线网络连接

在企业的连网方式中，采用专线方式可以获得独有的带宽，通过 DDN (Digital Data Network, 数字数据网) 可完成企业总部与各办事处及公司分部的局域网的互连，从而实现公司内部数据传送、企业邮件服务、语音服务等，并通过接入 Internet 实现电子商务等应用。由于 DDN 是专用传输通道，所以对用户而言私密性好，安全性高。

由于 DDN 的价格较高，因此一般应用在重要的企业和部门，比如：金融、证券、保险业、外资及合资企业、政府机关 (重要用户) 等。在 DDN 专线连接时使用 PPP 协议加强网络间传输的安全性。

三、PPP 协议

1. PPP 协议简介

PPP (Point-to-Point Protocol, 点到点协议) 是为在同等单元之间传输数据包这样的简单链路设计的链路层协议。这种链路提供全双工操作，并按照顺序传递数据包。设计目的主要是用来通过拨号或专线方式建立点对点连接发送数据，使其成为各种主机、网桥和路由器之间简单连接的一种共通的解决方案。

PPP 协议是目前广域网上应用最广泛的协议之一，它的优点在于简单、具备用户验证能力、可以解决 IP 分配等。

家庭拨号上网就是通过 PPP 在用户端和运营商的接入服务器之间建立通信链路。目前，宽带接入有取代拨号上网的趋势，在宽带接入技术日新月异的今天，PPP 也衍生出新的应用。典型的应用是在 ADSL (非对称数据用户环路, Asymmetrical Digital Subscriber Loop) 接入方式当中，PPP 与其他的协议共同派生出了符合宽带接入要求的新的协议，如 PPPoE (PPP over Ethernet)。

PPP 协议提供了一种标准的方式在点对点的链路上传输多种网络层协议的数据报。PPP 协议主要包括三个部分：

(1) 链路控制协议 LCP (Link Control Protocol): 负责创建、配置、维护、管理、调试、



终止一条数据链路，进行链路层特性的协商，如 MRU、验证方式等。

(2) 网络控制协议 NCP (Network Control Protocol): 完成点对点通信设备之间网络层通信所需参数的配置，支持多种网络协议，如 IPCP、IPXCP、AppleTalk 等，用于协商在该数据链路上所传输数据的格式与类型，如 IP 地址。

(3) PPP 扩展协议族：提供对 PPP 扩展特性的支持，如验证协议 PAP 和 CHAP，用于验证 PPP 对端设备的身份合法性，在一定程度上保证链路的安全性。

2. PPP 链路建立过程

PPP 在建立链路之前要进行一系列的协商过程。PPP 协议大致可以分为如下几个阶段：Dead 阶段、Establish 阶段、Authenticate 阶段、Network 阶段、Terminate 阶段。如图 1-2-1 所示。

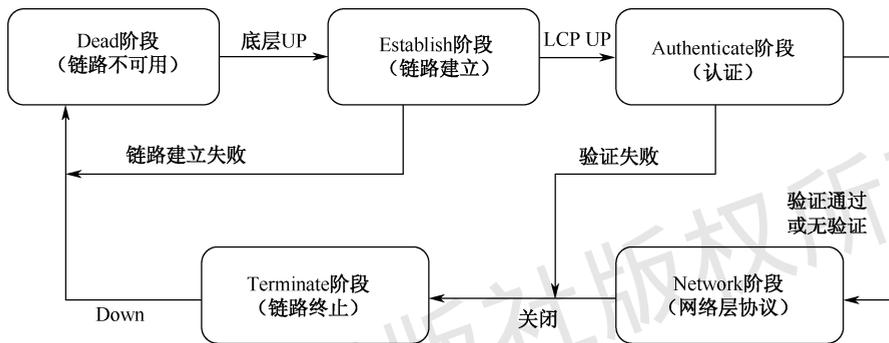


图 1-2-1 PPP 协商流程

(1) Dead (死亡) 阶段：表示物理层链路不可用，PPP 协议应该从这个阶段开始和结束。当物理层链路准备好以后，立即进入 Establish 阶段。

(2) Establish 阶段：两端通过交换 LCP 协议报文配置具体的链路参数，协商的内容包括是否采用链路捆绑、使用何种验证方式、最大传输单元等。协商结束后，LCP 状态转变为 UP。如果 LCP 协商表明需要进行验证，则进入 Authenticate 阶段，否则直接进入 Network 阶段。

(3) Authenticate 阶段：根据在 Establish 阶段协商好的验证协议进行验证（远端验证本地或者本地验证远端），目前可选的验证协议包括 PAP 和 CHAP。如果验证通过则进入 Network 阶段，开始网络协议协商，此时 LCP 状态仍为 opened，而 IPCP 从 Initial 转到 Request。否则进入 terminate 阶段。

(4) Network 阶段：NCP 协议完成网络层参数的一些协商工作以后（对于典型的 NCP 协议 IPCP 来说，这里的网络层参数主要是 IP 地址协商和压缩协议的协商），通过 NCP 协商来选择和配置一个或多个网络层协议。每个选中的网络层协议配置成功后，该网络层协议就可通过这条链路进行数据传输了。此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）。

(5) Terminate 阶段：PPP 可能在任何阶段终止连接从而进入 Terminate（终止）状态，物理线缆故障、验证失败、连接质量失败、验证失败或者管理员关闭动作都可以构成进入 Terminate 状态的原因。当 PPP 进入 Terminate 阶段，拆除链路，LCP 状态转为 Down，继而进入 Dead 阶段。

3. PPP 认证方式

(1) 口令认证协议 (PAP)

PAP (Password Authentication Protocol) 是一种简单的明文验证方式。NAS (Network Access Server, 网络接入服务器) 要求用户提供用户名和口令, PAP 以明文方式返回用户信息。很显然, 这种验证方式的安全性较差, 第三方可以很容易地获取被传送的用户名和口令, 并利用这些信息与 NAS 建立连接, 获取 NAS 提供的所有资源。所以, 一旦用户名与密码被第三方窃取, PAP 将无法提供避免受到第三方攻击的保障措施。因此, 它适用于对网络安全要求相对较低的环境。

PAP 是一种很简单的认证协议, 分两步进行, 验证过程从客户端发起, 密码采用明文传输。PAP 协议仅在连接建立阶段进行, 在数据传输阶段不进行 PAP 认证, 如图 1-2-2 所示。



图 1-2-2 PAP 验证过程

(2) 质询握手认证协议 (CHAP)

CHAP (Challenge-Handshake Authentication Protocol) 是一种加密的验证方式, 能够避免建立连接时传送用户的真实密码。主验证方先发起验证, 向被验证方发送一个随机产生的挑战字符串, 并同时将本端的用户名一起发送给被验证方。

被验证方接收到主验证方的验证请求后, 在本地数据库中查找与主验证方用户名对应的密码, 找到后, 被验证方利用 MD5 算法对随机字符串、密码和报文 ID 做加密运算, 将运算结果和自己的用户名发回给主验证方。

主验证方接收到被验证方的回应后, 也在本地数据库中查找与被验证方用户名对应的密码, 找到后, 主验证方也利用 MD5 算法对原随机字符串、密码和报文 ID 做加密运算, 将运算结果与收到的运算结果进行比较。如果相同, 向被验证方发送通过报文, 否则, 向被验证方发送拒绝报文。

CHAP 认证对 PAP 认证进行了改进, 不再直接通过链路发送明文口令, 而是使用挑战口令以哈希算法对口令进行加密。因为服务器端存有客户的明文口令, 所以服务器可以重复客户端进行的操作, 并将结果与用户返回的口令进行对照。CHAP 为每一次验证任意生成一个挑战字符串来防止受到再现攻击 (Replay Attack)。在整个连接过程中, CHAP 将不定时向客户端重复发送挑战口令, 从而避免第 3 方冒充远程客户 (Remote Client Impersonation) 进行攻击。

CHAP 相对 PAP 安全性更高, 作为三次握手协议, 验证过程由主验证方发起, 只在网络上传输用户名, 而并不直接传输用户口令, 如图 1-2-3 所示。

4. PPP 协议的特点

PPP 协议具有如下特点:

(1) 既支持同步链路的传输, 也支持异步链路的传输。

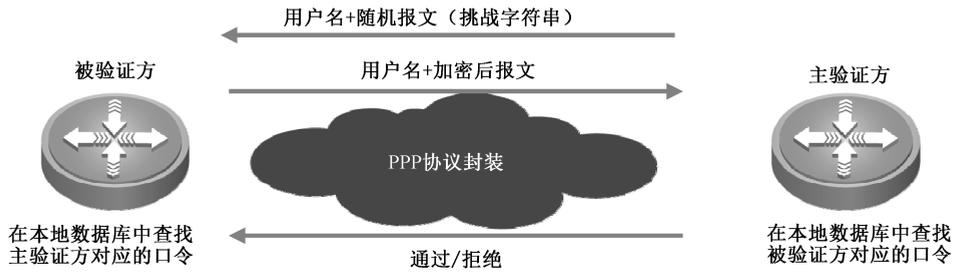


图 1-2-3 CHAP 验证过程

(2) 具有 PAP、CHAP 验证协议，更好地保证了网络的安全性。

(3) PPP 可以同时支持多种网络层协议，如大家熟知的 IPCP、IPXCP。

5. 点到点专线连接

对于通常的点到点专线连接，路由器设备作为 DTE 设备连接到运营商提供的 DCE 设备（比如 CSU/DSU）上，然后在 DCE 之间通过运营的传输线路进行连接，如图 1-2-4 所示。

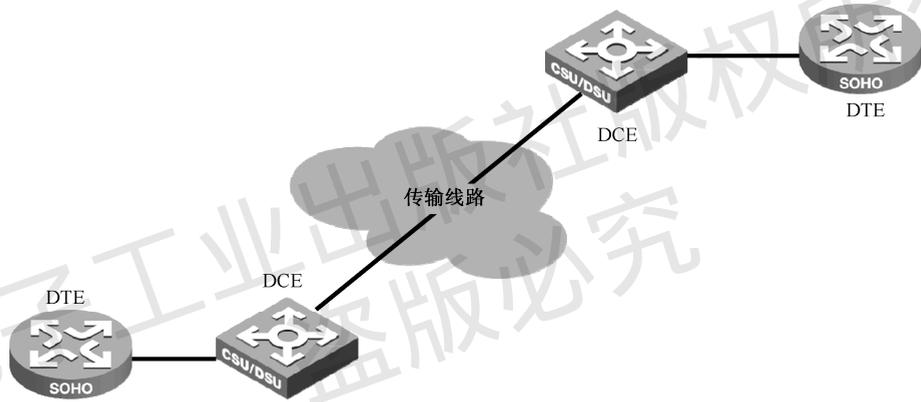


图 1-2-4 点到点专线连接

DTE (Data Terminal Equipment): 用户的数据终端设备，DTE 通过 DCE 设备连接到网络，并使用 DCE 定义的时钟信号。常见的 DTE 设备如主机、路由器等。在常用的网络连接线缆中，V35MTT 线缆连接的路由器为 DTE 端设备。

DCE (Data Circuit-terminating Equipment): 服务端的数据线路设备，连接用户网络和广域网的设备，如 modem 和网络接口卡等，可以配置时钟和带宽。V35FCC 线缆通常用来模拟电信端的设备，连接的是 DCE 端设备。

CSU/DSU (Channel Service Unit/ Data Service Unit): CSU/DSU (通道服务单元/数据服务单元) 是数字传输中 DTE 设备上的物理接口和实际的传输线路（如 E1 或 T1 等）之间的适配器，即终端设备和广域网设备之间的连接器。

活动 2: 学习静态路由和 PPP 协议配置命令

阅读“命令详解”部分内容，完成下列题目。

1. 配置静态路由时，下一跳接口地址指的是_____。
2. 配置 PPP 协议时，_____需要配置时钟频率。
3. 配置 PAP 单向验证时，主验证方需要配置_____条命令，被验证方需要配置_____命令，_____方才能配置发起验证命令。只有_____和_____必须一致时，验证才能通过。
4. 配置 CHAP 单向验证时，主验证方需要配置_____条命令，被验证方需要配置_____命令，_____方才能配置发起验证命令。两个用户名_____一致，_____必须一致，验证才能通过。

命令详解

一、静态路由配置命令

全局配置模式下：

```
ip route <ip-prefix> <mask> <gateway-address>
```

说明：

<ip-prefix>：目的网段地址，本三层设备非直连网段。

<mask>：目的网段子网掩码。

<gateway-address>：下一跳地址，与本三层设备相连的对端设备的端口 IP 地址。

二、PPP 协议配置（无验证）

1. DTE 端配置

串行接口配置模式下：

```
encapsulation ppp
```

说明：

启用 PPP 协议或启用 PPP 封装。

2. DCE 端配置

(1) 同 DTE 端配置，在串行接口配置模式下，启用 PPP 封装，命令略。

(2) 配置时钟频率。

串行接口配置模式下：

```
physical-layer speed 64000
```

说明：

时钟频率值可以变化，由于 V35FCC 一端设备是在模拟环境中模仿电信部门的设备，因此需要配置特殊的参数，即时钟频率信号，在实际的企业网络接入时并不需要。

三、PPP 协议 PAP 认证配置

1. 主验证方配置

(1) 创建验证方法列表。

全局配置模式下：

```
aaa authentication ppp 验证方法名 local
```

```
username 用户名 password 密码
```

说明：

local：表示采用本地数据库验证。



(2) 封装 PPP 协议，引用验证方法列表对 PPP 封装并进行 PAP 验证。

串行接口配置模式下：

```
encapsulation PPP  
ppp authentication pap 验证方法名
```

说明：

接口中的验证方法名应与全局配置模式下创建的验证方法名一致。

2. 被验证方配置

封装 PPP 协议，配置与主验证方验证列表相同的用户名和密码。

串行接口配置模式下：

```
encapsulation PPP  
ppp pap sent-username 用户 password 密码
```

四、PPP 协议 CHAP 认证配置

1. 主验证方配置。

(1) 创建验证方法列表。

全局配置模式下：

```
aaa authentication ppp 验证方法名 local  
username 用户名 password 密码
```

说明：

local：表示采用本地数据库验证。

(2) 封装 PPP 协议，引用验证方法列表对 PPP 封装并进行 CHAP 验证。

串行接口配置模式下：

```
encapsulation PPP  
ppp authentication chap 验证方法名  
ppp chap hostname 用户名
```

说明：

第一步中的用户名是指创建的对方的用户名称；第二步中的用户名是指本地要发送给对方验证的用户名，即本地的用户名称。

2. 被验证方配置。

(1) 创建验证方法列表，采用系统默认方式：default。

全局配置模式下：

```
aaa authen ppp default local  
username 用户名 password 密码
```

说明：

密码一定要与主验证方完全一致。

(2) 封装 PPP 协议，配置本地用户名称。

串行接口配置模式下：

```
encapsulation PPP  
ppp chap hostname 用户名
```

说明：

被验证方创建的两个用户名应与主验证方创建的两个用户名交叉对应一致，如图 1-2-5 所示。

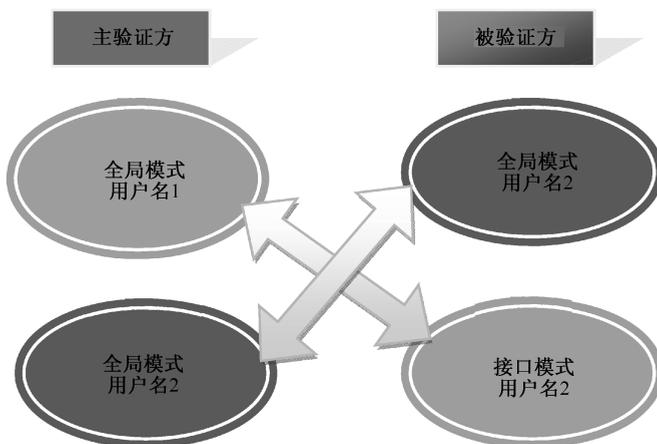


图 1-2-5 CHAP 验证中两个用户名的对应关系

五、测试命令

1. 显示路由表命令。

任意模式下：

show ip route

说明：显示路由表信息。包括：路由类型、目的网络、掩码、下一跳地址、接口等。

一般用于查看配置的路由命令是否生效，如图 1-2-6 所示。

```
Router_config_s0/1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP, BC - BGP connected
        D - BEIGRP, DEK - external BEIGRP, O - OSPF, OIA - OSPF inter area
        ON1 - OSPF NSSA external type 1, ON2 - OSPF NSSA external type 2
        OE1 - OSPF external type 1, OE2 - OSPF external type 2
        DHCP - DHCP type, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

VRF ID: 0
S    192.168.10.0/24    [1,0] via 192.200.10.5(on Serial0/1)
C    192.168.20.0/24    is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.200.10.4/30    is directly connected, Serial0/1
C    192.200.10.5/32    is directly connected, Serial0/1
```

图 1-2-6 显示路由表命令运行结果

最左侧第一列表示路由类型，C 代表直连路由，S 代表静态路由。静态路由的缺省管理距离为 1；第二列表示目的网络，即可以达到的网络与子网掩码；第三列表示下一跳地址或接口名称。

2. 显示端口状态命令。

任意模式下：

show interface 端口标识

说明：

一般用于查看串行接口是否成功连接，若已经配置了 PPP 协议，也可观察 PPP 链路创



建的状态,如 LCP 与 IPCP 协商是否成功。如图 1-2-7 所示,也可查看其他端口的当前状态。

```
Router_config#
Router_config#
Router_config#show int s 0/1
Serial0/1 is up, line protocol is up
Mode=Sync DTE
DTR=UP DSR=UP RTS=UP CTS=UP DCD=UP
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 2000 usec
Interface address is 192.200.10.6/30
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
LCP Opened
IPCP Opened
  local IP address: 192.200.10.6 remote IP address: 192.200.10.5
  60 second input rate 146 bits/sec, 0 packets/sec!
  60 second output rate 162 bits/sec, 0 packets/sec!
  250 packets input, 7091 bytes, 4 unused_rx, 0 no buffer
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
  229 packets output, 6643 bytes, 8 unused_tx, 0 underruns
error:
  0 clock, 0 grace
PowerQUICC SCC specific errors:
  0 rcv allocb mblk fail    0 rcv no buffer
  0 transmitter queue full  0 transmitter hwqueue_full
Router_config#
```

图 1-2-7 查看串行接口状态信息

在上方的方框中,我们可以看到串行接口链路连接和协议运行都是 UP 状态,路由器的“角色”为 DTE 端设备;在下方的方框中,我们可以看到 PPP 协议会话的状态,LCP 和 IPCP 都已开启,并且得到了与之连接的对端串行接口的地址:192.200.10.5,本端地址为:192.200.10.6。这两组信息对于我们排除 PPP 协议配置故障非常有用。

活动 3: 练习 PPP 协议和静态路由案例

一、任务描述

路由器 DCE 端表示公司的总部网络,DTE 端代表公司新建的分支机构,两台路由器之间通过 V35 线缆连接,启用 PPP 协议封装和静态路由配置,将总部网络与分支机构连通。如图 1-2-8 所示。

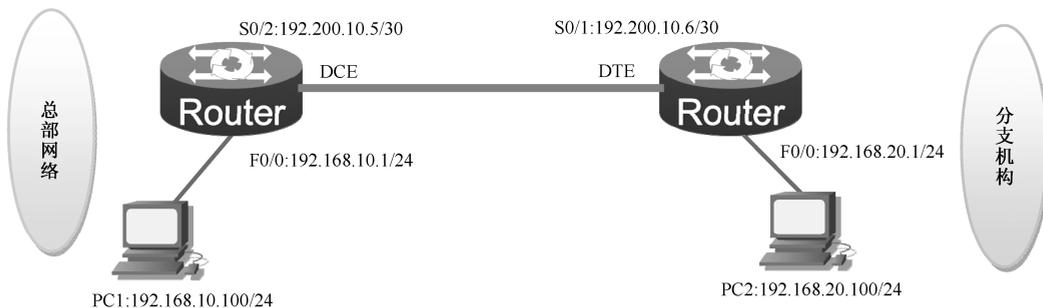


图 1-2-8 网络拓扑示意图

二、任务分析



三、搭建模拟网络

操作步骤

1. 按照绘制的网络拓扑图连接网络设备。
2. 分析若要实现任务要求，各网络设备将要配置的主要技术。

(1) 路由器配置的基本步骤：

配置端口 IP 地址。

串行接口需要配置 PPP 协议。

配置静态路由。

(2) 内网主机配置的基本步骤：

手工配置主机 IP 地址和网关，配置步骤略。

3. 配置网络设备。

(一) 无需验证的 PPP 封装+静态路由

第一步：总部网络端（DCE 端）路由器配置。

串行端口 S0/2 口配置：封装 PPP 协议并设置 IP 地址。

```
interface serial 0/2
  encapsulation ppp //封装 PPP 协议
  physical-layer speed 64000 //配置时钟频率
  ip address 192.200.10.5 255.255.255.252 //设置 IP 地址,子网掩码位数
是 30 位
  no shutdown //激活端口
```

以太网端口 f0/0 口配置：设置 IP 地址。

```
interface fastEthernet 0/0
  ip address 192.168.10.1 255.255.255.0 //设置 IP 地址，作为总部局域网
的网关
```

全局模式下配置静态路由。

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 192.200.10.6 //下一跳地址是与本路
由器连接的对端设备接口的地址
```

第二步：分支机构端（DTE 端）路由器配置。

串行端口 s0/2 口配置：封装 PPP 协议并设置 IP 地址。

```
interface serial 0/1
  encapsulation ppp
  ip address 192.200.10.6 255.255.255.252
  no shutdown
```

以太网端口 f0/0 口配置：设置 IP 地址。

```
interface fastEthernet 0/0
  ip address 192.168.20.1 255.255.255.0 //设置 IP 地址，作为分支机构局域
网的网关
```

全局模式下配置静态路由。



```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 192.200.10.5
```

(二) PPP 封装并进行 PAP 单向验证。

附加要求：总部网络路由器作为主验证方，分支机构作为被验证方。用户名为：fenzhi，密码为：xing，验证方法名为：visit，验证方式采用本地数据库验证。

第一步：主验证方 PAP 单向验证配置。

全局模式下创建验证方法。

```
aaa authentication ppp visit local //创建用于 PPP 协议认证的验证方法列表  
visit，相当于本地数据库文件  
username fenzhi password xing //设置用户名和密码
```

串行接口配置模式下封装 PPP 协议，引用验证方法列表对 PPP 封装并进行 PAP 验证。

```
interface serial 0/2  
encapsulation ppp  
ppp authentication pap visit //PPP 协议运行时启用 PAP 验证，验证使用的用  
户名和密码来自于 visit 验证方法列表  
no shutdown
```

第二步：被验证方 PAP 单向验证配置。

串行接口配置模式下封装 PPP 协议，配置与验证方法列表相同的用户名和密码。

```
interface serial 0/1  
encapsulation ppp  
ppp pap sent-username fenzhi password xing //传送验证时使用的用户  
账号，应与主验证方完全一致  
no shutdown
```

路由器各端口 IP 地址配置、DCE 端时钟频率配置、静态路由配置略，参见第一种连接方式配置命令。

(三) PPP 封装并进行 CHAP 单向验证。

附加要求：总部网络路由器作为主验证方，分支机构作为被验证方。总部用户名为：zongbu，密码为：xing，验证方法名为：visit；分支机构用户名为 fenzhi，密码为 xing，验证方式采用本地数据库验证。

第一步：主验证方 CHAP 单向验证配置。

全局模式下创建验证方法。

```
aaa authentication ppp visit local  
username fenzhi password xing //设置用户名和密码，注意使用对端用户名
```

串行接口配置模式下封装 PPP 协议，引用验证方法列表对 PPP 封装并进行 CHAP 验证。

```
interface serial 0/2  
encapsulation ppp  
ppp authentication chap visit //PPP 协议运行时启用 PAP 验证，验证使用的  
用户名和密码来自于 visit 验证方法列表  
ppp chap hostname zongbu //设置发送给对方验证的用户名，此时使用本地用户名  
no shutdown
```

第二步：主验证方 CHAP 单向验证配置。

全局模式下创建验证方法。

```
aaa authentication ppp default local //创建用于 PPP 认证的验证方法，验证方法名为系统默认方法名：default
username zongbu password xing //设置账号密码，注意使用对端用户名，与主验证方传送的本地用户名一致
```

串行接口配置模式下封装 PPP 协议，配置本地用户名。

```
interface serial 0/2
 encapsulation ppp
 ppp chap hostname fenzhi //设置发送给对方验证的用户名，此时使用本地用户名
 no shutdown
```

路由器各端口 IP 地址配置、DCE 端时钟频率配置、静态路由配置略，参见第一种连接方式配置命令。

4. 测试网络效果。

由于配置网络设备时采用了三种 PPP 协议的配置方式，实质上是做了 3 个小实战训练，每一种 PPP 协议的配置结束，都需要测试网络效果，对照 PPP 协议的配置顺序，逐一说明测试方法和效果。

(一) 无需验证的 PPP 封装+静态路由 操作步骤

(1) 查看 PPP 协议运行状态，既可以在两端路由器分别查看，也可以选择一端路由器查看，本案例中选择查看 DCE 端路由器，输入查看命令：show interface serial 0/2，可看到如图 1-2-9 所示的串行接口信息。

```
Router_config#
Router_config#
Router_config#show int s 0/2
Serial0/2 is up, line protocol is up
Mode=Sync DCE Speed=64000
DTR=UP, DSR=UP, RTS=UP, CTS=UP, DCD=UP
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 2000 usec
Interface address is 192.200.10.5/30
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
LCP Opened
IPCP Opened
local IP address: 192.200.10.5 remote IP address: 192.200.10.6
60 second input rate 44 bits/sec, 0 packets/sec
60 second output rate 44 bits/sec, 0 packets/sec
309 packets input, 8723 bytes, 5 unused_rx, 0 no buffer
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
330 packets output, 9171 bytes, 8 unused_tx, 0 underruns
error:
0 clock, 0 grace
PowerQUICC SCC specific errors:
0 recv allocb mblk fail    0 recv no buffer
0 transmitter queue full  0 transmitter hwqueue_full
Router_config#
```

图 1-2-9 串行接口 DCE 端状态信息

命令详解提到的两组关键信息在图中都能够看到，说明无认证的 PPP 协议配置没有问题，这台路由器的“角色”为 DCE 端设备。

(2) 查看路由表信息，应该在每一个三层设备上查看，本案例网络拓扑非常简单，以 DTE 端路由器说明，其他三层设备不再赘述，输入查看命令：show ip route，可看到如图 1-2-10



所示的 DTE 端路由器得到的所有路由表条目，通过静态路由学到了总部局域网段信息。

```
Router_config_s0/1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP, BC - BGP connected
        D - EIGRP, DEK - external EIGRP, O - OSPF, OIA - OSPF inter area
        ON1 - OSPF NSSA external type 1, ON2 - OSPF NSSA external type 2
        OE1 - OSPF external type 1, OE2 - OSPF external type 2
        DHCP - DHCP type, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

VRF ID: 0

S    192.168.10.0/24      [1,0] via 192.200.10.5(on Serial0/1)
C    192.168.20.0/24      is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.200.10.4/30      is directly connected, Serial0/1
C    192.200.10.5/32      is directly connected, Serial0/1
```

图 1-2-10 DTE 端路由表信息

(3) 通过 ping 命令测试两个局域网络能否连通，在命令行窗口中用分支机构的内网主机去 ping 总部网络的内网主机，如图 1-2-11 所示，表示两个局域网络的主机顺利连通，实训成功。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\user>ping 192.168.10.100

Pinging 192.168.10.100 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.100: bytes=32 time=22ms TTL=62
Reply from 192.168.10.100: bytes=32 time=21ms TTL=62
Reply from 192.168.10.100: bytes=32 time=21ms TTL=62
Reply from 192.168.10.100: bytes=32 time=20ms TTL=62

Ping statistics for 192.168.10.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 20ms, Maximum = 22ms, Average = 21ms
```

图 1-2-11 ping 总部网络主机信息

(4) 借助微软的 tracert 命令可以看到数据包经过每一个三层设备转发的过程，如图 1-2-12 所示。Tracert (跟踪路由) 是路由跟踪实用程序，用于确定 IP 数据报访问目标所采取的路径。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\user>tracert 192.168.10.100

Tracing route to 192.168.10.100 over a maximum of 30 hops

  0  <1 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.20.1
  1  24 ms  24 ms  23 ms  192.200.10.5
  2  29 ms  28 ms  29 ms  192.168.10.100

Trace complete.
```

图 1-2-12 tracert 命令信息

说明：本案例网络拓扑简单，测试时可以省略前两步，直接从第三步开始测试，如果是第一次配置 PPP 协议和静态路由，建议还是从第一步开始测试。

(二) PPP 封装并进行 PAP 单向验证。

这个实验是在两个网络已经连通的情况下修改 PPP 协议配置完成的，所以只需测试 PAP 单向验证的效果即可。

操作步骤

(1) 查看主验证方 DCE 端串行接口信息，输入 “ show interface serial 0/2 ” 命令，可看到如图 1-2-13 所示的串行接口信息。方框中说明了 PPP 协议中的扩展协议 “ PAP ” 已经开启，主验证方的信息为 “ none ”。



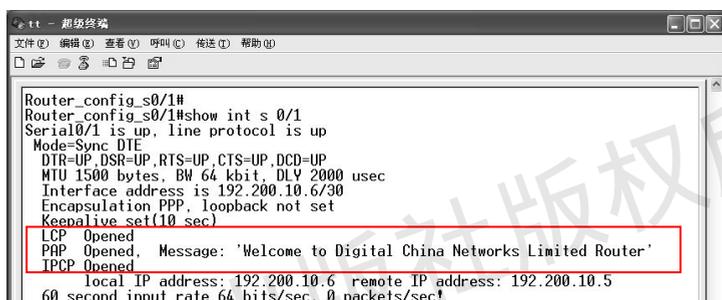
```

Router_config_s0/2#
Router_config_s0/2#show int s 0/2
Serial0/2 is up, line protocol is up
Mode=Sync DCE Speed=64000
DTR=UP, DSR=UP, RTS=UP, CTS=UP, DCD=UP
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 2000 usec
Interface address is 192.200.10.5/30
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
LCP Opened
PAP Opened, Message: 'none'
IPCP Opened
local IP address: 192.200.10.5 remote IP address: 192.200.10.6

```

图 1-2-13 AP 单向验证主验证方串行接口信息

(2) 查看被验证方 DTE 端串行接口信息，输入“show interface serial 0/1”命令，可看到如图 1-2-14 所示的串行接口信息。方框中说明了 PPP 协议中的扩展协议“PAP”已经开启，被验证方得到一组系统设置好的欢迎信息。



```

Router_config_s0/1#
Router_config_s0/1#show int s 0/1
Serial0/1 is up, line protocol is up
Mode=Sync DTE
DTR=UP, DSR=UP, RTS=UP, CTS=UP, DCD=UP
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 2000 usec
Interface address is 192.200.10.6/30
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
LCP Opened
PAP Opened, Message: 'Welcome to Digital China Networks Limited Router'
IPCP Opened
local IP address: 192.200.10.6 remote IP address: 192.200.10.5
60 second input rate 64 bits/sec, 0 packets/sec!

```

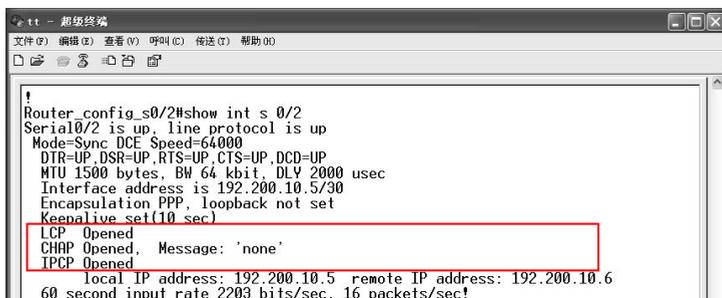
图 1-2-14 PAP 单向验证被验证方串行接口信息

(三) PPP 封装并进行 CHAP 单向验证。

这个实验也是在两个网络已经连通的情况下修改 PPP 协议配置完成的，所以只需测试 CHAP 单向验证的效果即可。

操作步骤

(1) 查看主验证方 DCE 端串行接口信息，输入“show interface serial 0/2”命令，可看到如图 1-2-15 所示的串行接口信息。方框中说明了 PPP 协议中的扩展协议“CHAP”已经开启，主验证方的信息为“none”。



```

!
Router_config_s0/2#show int s 0/2
Serial0/2 is up, line protocol is up
Mode=Sync DCE Speed=64000
DTR=UP, DSR=UP, RTS=UP, CTS=UP, DCD=UP
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 2000 usec
Interface address is 192.200.10.5/30
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
LCP Opened
CHAP Opened, Message: 'none'
IPCP Opened
local IP address: 192.200.10.5 remote IP address: 192.200.10.6
60 second input rate 2203 bits/sec, 16 packets/sec!

```

图 1-2-15 CHAP 单向验证主验证方串行接口信息

(2) 查看被验证方 DTE 端串行接口信息，输入“show interface serial 0/1”命令，可看到如图 1-2-16 所示的串行接口信息。方框中说明了 PPP 协议中的扩展协议“CHAP”已



经开启，被验证方得到一组系统设置好的欢迎信息。

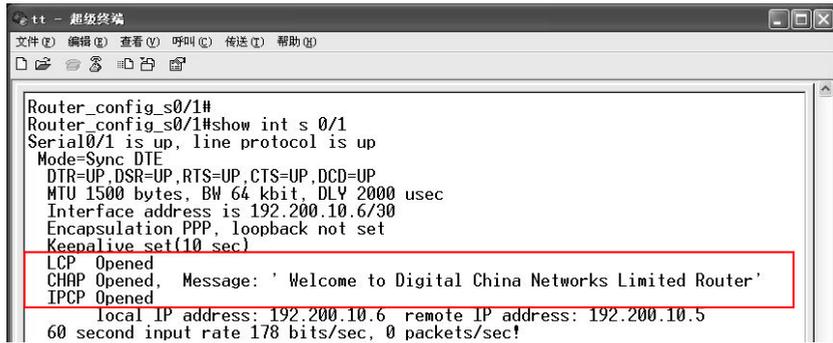


图 1-2-16 CHAP 单向验证被验证方串行接口信息

5. 常见的网络故障分析。

(1) 配置静态路由时，有时会出现如图 1-2-17 所示的提示信息，这是系统提示下一跳地址配置错误，所配的地址是本端设备接口地址，将下一跳地址改为与之连接的对端设备接口地址，故障排除。

```
Router_config#ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 192.200.10.6
%Err, Invalid next-hop address(it is local addr).
```

图 1-2-17 静态路由下一跳地址错误

(2) 配置无验证的 PPP 协议时，一定要注意必须在 DCE 端配置时钟频率，否则 IPCP 协议协商无法顺利进行，两端的串行接口无法连通，查看串行接口信息命令可以确认此类错误，如图 1-2-18 所示。

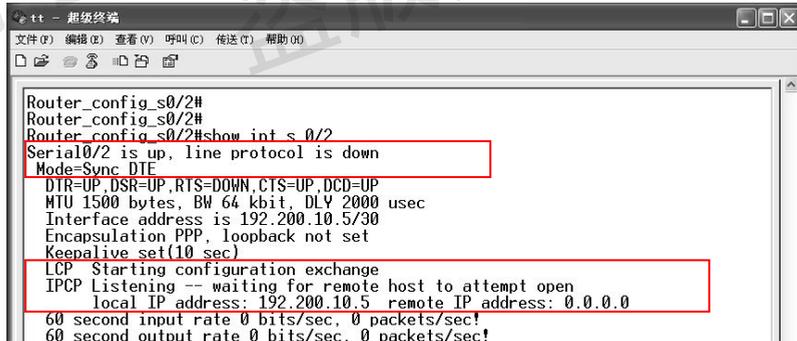


图 1-2-18 无验证的 PPP 协议配置错误信息

图中上方的方框表明链路连接没有问题，本该是 DCE 端，但模式显示为 DTE 端，说明没有配置时钟频率，下方的方框说明 IPCP 协议协商没有完成，无法得到对端串行接口的 IP 地址。

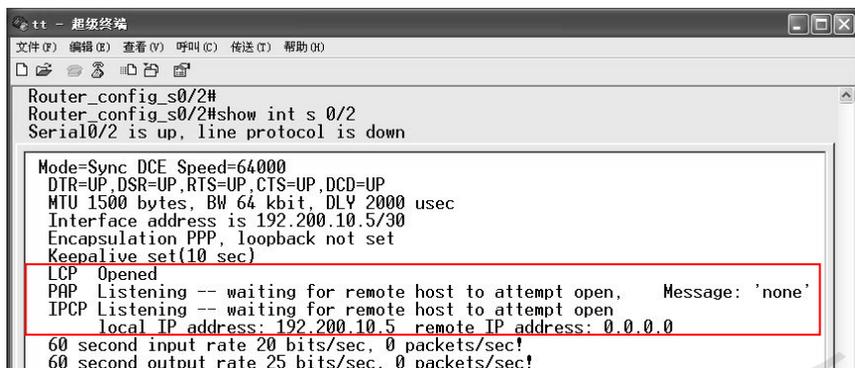
(3) 配置 PAP 单向认证时，一定要注意两端设备的用户名和密码必须完全相同，如果出现串行接口反复发起 PPP 连接的信息，如图 1-2-19 所示，说明 PAP 认证配置有错误，也可以通过查看串行接口信息命令确认此类错误，如图 1-2-20 所示。

```

Router_config_s0/2#Jan 1 00:38:31 Line on Interface Serial0/2, changed state to
down
Jan 1 00:38:32 Line on Interface Serial0/2, changed state to up
Jan 1 00:38:49 Line on Interface Serial0/2, changed state to down
Jan 1 00:38:50 Line on Interface Serial0/2, changed state to up
Jan 1 00:39:08 Line on Interface Serial0/2, changed state to down
Jan 1 00:39:09 Line on Interface Serial0/2, changed state to up
Jan 1 00:39:26 Line on Interface Serial0/2, changed state to down

```

图 1-2-19 串行接口反复发起 PPP 连接



```

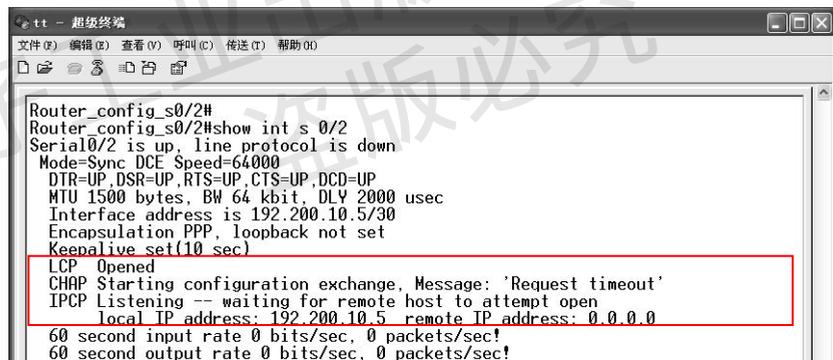
tt - 超级终端
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 呼叫(C) 传送(T) 帮助(H)
Router_config_s0/2#
Router_config_s0/2#show int s 0/2
Serial0/2 is up, line protocol is down

Mode=Sync DCE Speed=64000
DTR=UP,DSR=UP,RTS=UP,CTS=UP,DCD=UP
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 2000 usec
Interface address is 192.200.10.5/30
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
LCP Opened
PAP Listening -- waiting for remote host to attempt open, Message: 'none'
IPCP Listening -- waiting for remote host to attempt open
local IP address: 192.200.10.5 remote IP address: 0.0.0.0
60 second input rate 20 bits/sec, 0 packets/sec!
60 second output rate 25 bits/sec, 0 packets/sec!

```

图 1-2-20 PAP 单向认证配置错误信息

(4) 配置 CHAP 单向认证时，两端的密码必须相同，两端的两个用户名要交叉对应一致，否则也会出现串行接口反复发起 PPP 连接的信息，当然也可以通过查看串行接口信息命令确认此类错误，如图 1-2-21 所示，说明 CHAP 认证配置有错误。



```

tt - 超级终端
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 呼叫(C) 传送(T) 帮助(H)
Router_config_s0/2#
Router_config_s0/2#show int s 0/2
Serial0/2 is up, line protocol is down
Mode=Sync DCE Speed=64000
DTR=UP,DSR=UP,RTS=UP,CTS=UP,DCD=UP
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 2000 usec
Interface address is 192.200.10.5/30
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
LCP Opened
CHAP Starting configuration exchange, Message: 'Request timeout'
IPCP Listening -- waiting for remote host to attempt open
local IP address: 192.200.10.5 remote IP address: 0.0.0.0
60 second input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec!
60 second output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec!

```

图 1-2-21 CHAP 单向认证配置错误信息

活动 4：实战训练 1——PPP 协议与静态路由简单配置

一、任务要求

路由器 DCE 端表示公司的总部网络，DTE 端代表公司新建的分支机构，两台路由器之间通过 V35 线缆连接，启用 PPP 协议封装和静态路由配置，将总部网络与分支机构网络连通。网络拓扑示意图如图 1-2-22 所示。

附加要求：此任务细分为三种情况完成。第一种情况：PPP 协议无需验证；第二种情况：PPP 协议需要进行 PAP 单向验证，DCE 端为主验证方，验证方法名为 paptest，用户名为：dteuser，密码为 papdte；第三种情况：PPP 协议需要进行 CHAP 单向验证，DTE 端为



主验证方，验证方法名为 chaptest，用户名分别为 dceuser 和 dteuser，密码为 chapex。

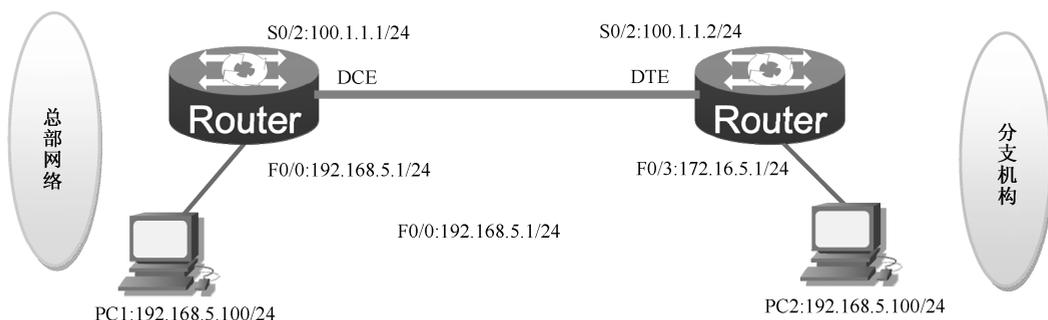


图 1-2-22 网络拓扑示意图

二、实训设备

1. DCR-2626 路由器：2 台，V35 线缆：1 对；
2. DCS-3950 二层交换机：1 台；
3. 计算机：2 台；
4. 若干网线。

三、实训拓扑图

手绘网络拓扑图，并进行 IP 地址规划。

四、搭建模拟网络

操作步骤

1. 根据网络拓扑图连接各种网络设备。
2. 网络设备配置与调试。

第一种连接方式：PPP 封装无需验证。

(一) 分析任务要求，写出各网络设备主要配置步骤

- (1) 路由器：_____
- (2) 二层交换机：_____
- (3) 计算机：_____

(二) 按题目要求，写出各网络设备具体配置命令

(1) DCE 端路由器配置

同步串口配置：IP 地址及 PPP 协议封装

以太网端口配置：IP 地址

静态路由配置：

(2) DTE 端路由器配置

同步串口配置：IP 地址及 PPP 封装

以太网端口配置：IP 地址

静态路由配置：

(三) 测试网络

(1) 两端的串行接口能否连通。

成功

不成功

(2) 两个网段的主机能否连通。

成功

不成功

(3) 写出在路由器上查看 PPP 协议配置效果的命令

(4) 写出在路由器上查看静态路由配置效果的命令

(四) 若网络出现故障，阅读“常见的网络故障分析”内容，小组合作排除故障，并完成下列记录内容。

(1) 故障现象：_____

(2) 测试命令：_____

(3) 故障原因：_____

(4) 修改方法：_____

第二种连接方式：PPP 封装并进行 PAP 单向验证。

(一) 写出 PAP 单向验证主要配置步骤

(1) 主验证方：_____

(2) 被验证方：_____

(二) 按题目要求，写出具体的配置命令（只写 PPP 封装+PAP 单向验证命令）

(1) 主验证方——DCE 端路由器配置。

创建验证方法列表。

(三) 测试网络

(1) 两端的串行接口配置 CHAP 单向验证后，串行接口能否连通。

成功

不成功

(2) 写出在路由器上查看 CHAP 单向验证配置效果的命令。

(四) 若网络出现故障，阅读“常见的网络故障分析”内容，小组合作排除故障，并完成下列记录内容。

(1) 故障现象：_____

(2) 测试命令：_____

(3) 故障原因：_____

(4) 修改方法：_____

活动 5：实战训练 2——PPP 协议与静态路由综合配置

一、任务要求

路由器 DCE 端表示公司的总部网络，总部网络主要有两个部门，每个部门分属不同的 VLAN，DTE 端代表公司新建的分支机构，两台路由器之间通过 V35 线缆连接，启用 PPP 协议封装和静态路由配置，将总部网络与分支机构网络连通。网络拓扑示意图如图 1-2-23 所示。

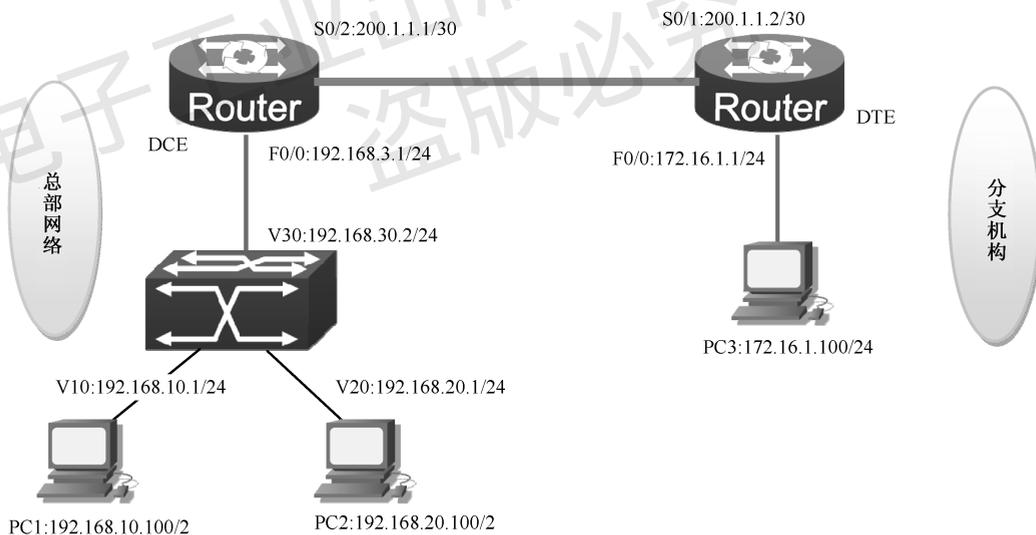


图 1-2-23 网络拓扑示意图

附加要求

此任务细分为三种情况完成。第一种情况：PPP 协议无需验证；第二种情况：PPP 协议需要进行 PAP 单向验证，DTE 端为主验证方，验证方法名为 paplx，用户账号自由设置；第三种情况 PPP 协议需要进行 CHAP 单向验证，DCE 端为主验证方，验证方法名为 chaplx，用户账号自由设置。



二、实训设备

1. DCR-2626 路由器：2 台，V35 线缆：1 对；
2. DCR-5650 三层交换机：1 台；
3. 计算机：3 台；
4. 若干网线。

三、实训拓扑图

手绘网络拓扑图，并进行 IP 地址规划。

四、搭建模拟网络

操作步骤

1. 根据网络拓扑图连接各种网络设备。
2. 网络设备配置与调试。

第一种连接方式：PPP 封装无需验证。

(一) 分析任务要求，写出各网络设备主要配置步骤

- (1) 路由器：_____
- (2) 三层交换机：_____
- (3) 计算机：_____

(二) 按题目要求，写出具体的配置命令

(1) DCE 端路由器配置。

串行接口配置：PPP 协议封装及 IP 地址，略

以太网端口配置：IP 地址，略

静态路由配置（先注明配置数量，再写出具体的命令）：

(2) DTE 端路由器配置。

串行接口配置：PPP 协议封装及 IP 地址，略

以太网端口配置：IP 地址，略

静态路由配置：（先注明配置数量，再写出具体的命令）

(3) 总部网络三层交换机配置。

划分 VLAN，略

为每个 VLAN 配置 SVI 端口 IP，略

静态路由配置：(注明配置数量，再写出具体命令)

(三) 测试网络

(1) 两端的串行接口能否连通。

成功

不成功

(2) 三个网段的主机能否连通。

成功

不成功

(3) 写出在路由器上查看 PPP 协议配置效果的命令。

(4) 写出在三层交换机上查看静态路由配置效果的命令。

(四) 若网络出现故障，阅读“常见的网络故障分析”内容，小组合作排除故障，并完成下列记录内容。

(1) 故障现象：_____

(2) 测试命令：_____

(3) 故障原因：_____

(4) 修改方法：_____

第二种连接方式：PPP 封装并进行 PAP 单向验证

(一) 按题目要求，写出具体的配置命令(只写 PPP 封装+PAP 单向验证命令)

自由设置的用户账号，用户名：_____，密码：_____。

(1) 主验证方——DTE 端路由器配置。

创建验证方法列表。

同步串口配置：封装 PPP 协议并设置 PAP 验证。

(2) 被验证方——DCE 端路由器配置。

同步串口配置：封装 PPP 协议，配置用于网上传送的与验证列表相同的用户名和密码。



(二) 测试网络

(1) 两端的串行接口配置 PAP 单向验证后, 串行接口能否连通。

成功

不成功

(2) 写出在路由器上查看 PAP 单向验证配置效果的命令。

(三) 若网络出现故障, 阅读“常见的网络故障分析”内容, 小组合作排除故障, 并完成下列记录内容。

(1) 故障现象: _____

(2) 测试命令: _____

(3) 故障原因: _____

(4) 修改方法: _____

第三种连接方式: PPP 封装并进行 CHAP 单向验证

(一) 按题目要求, 写出具体的配置命令 (只写 PPP 封装+CHAP 单向验证命令)

自由设置的用户账号, 用户名 1: _____, 用户名 2: _____, 密码: _____。

(1) 主验证方——DCE 端路由器配置。

创建验证方法列表。

串行接口配置: 封装 PPP 协议并设置 CHAP 验证。

(2) 被验证方——DTE 端路由器配置。

创建验证方法列表。

串行接口配置: 封装 PPP 协议, 配置本地用户名称。

(二) 测试网络

(1) 两端的串行接口配置 PAP 单向验证后, 串行接口能否连通。

成功

不成功

(2) 写出在路由器上查看 PAP 单向验证配置效果的命令。

(三) 若网络出现故障, 阅读“常见的网络故障分析”内容, 小组合作排除故障, 并完成下列记录内容。

(1) 故障现象: _____

- (2) 测试命令： _____
- (3) 故障原因： _____
- (4) 修改方法： _____

[思考与练习]

一、简答题

1. 静态路由的特点有哪些？（写出优势与劣势）
2. PPP 协议的特点有哪些？

二、选择题

1. 根据目的地与该路由器是否直接相连，可分为（ ） [两个]
 - A. 子网路由
 - B. 主机路由
 - C. 直接路由
 - D. 间接路由
2. 下列哪些是路由表中的元素（ ） [三个]
 - A. 源 IP 地址
 - B. 目的 IP 地址
 - C. 子网掩码
 - D. 下一跳地址
3. 路由器中时刻维持着一张表，所有报文的发送和转发都通过查找这张表从相应端口发送，这个表是（ ） [一个]
 - A. MAC 表
 - B. 路由表
 - C. 地址表
 - D. 链路表
4. 广域网常用的 DTE 设备有（ ） [两个]
 - A. 广域网交换机
 - B. MODEM
 - C. 终端主机
 - D. 路由器
5. 广域网常用的 DCE 设备有（ ） [三个]
 - A. CSU/DSU
 - B. 路由器
 - C. 广域网交换机
 - D. MODEM
6. 在神州数码路由器上查看当前配置命令为（ ） [一个]
 - A. show running-config
 - B. show running-configuration
 - C. show current-config
 - D. show current-configuration
7. 下列关于 PPP 协议的说法正确的是（ ） [一个]
 - A. PPP 协议是一种 NCP 协议
 - B. PPP 协议只能工作在同步串行链路上
 - C. PPP 协议属于广域网协议
 - D. PPP 协议是三层协议
8. PPP 协议在 LCP 协商状态变成 OPENED 后，可能进入什么阶段（ ） [两个]
 - A. KeepAlive
 - B. Network
 - C. Authenticate
 - D. Establish
9. CHAP 验证中哪些说法是错误的（ ） [两个]
 - A. 主验证方先发送验证报文
 - B. 被验证方先发送验证报文
 - C. 验证过程中传输验证密码
 - D. 验证过程中不传输验证密码
10. 下列说法正确的是（ ） [一个]
 - A. PAP 没有 CHAP 安全性高，所以 PAP 根本不应该存在
 - B. PPP 链路在空闲一段时间后，会自动断链
 - C. PPP 协议主要由三类协议组成：MAC 层协议、LCP 协议和 NCP 协议
 - D. PPP 是数据链路层协议，提供点对点的链路层封装



考核评价表

班级: _____

姓名: _____

日期: _____

考核内容		工作任务二: SOHO 办公网络路由协议配置		
评价标准				
考核方式	优秀	良好	合格	
选择题测试(20分)	三个档次(20、18、16)(≥ 8 , 一道题2分)	两个档次(14、12)(≥ 6 , 一道题2分)	一个档次(10)(≥ 5 , 一道题2分)	
任务实战(40分)	小组合作默契,顺利完成实训配置与调试,测试成功(40分)	在老师的提示下小组合作基本顺利完成实训配置与调试,测试成功(32分)	小组合作需要加强,经老师辅导或其他小组帮助完成实训配置与调试,测试成功(24分)	
工作任务单(30分)	填写内容准确、无遗漏,字迹工整、无错别字(30分)	填写内容基本正确、无遗漏,字迹较工整(24分)	填写内容有少数遗漏,字迹潦草,有少数错别字(18分)	
工作态度(5分)	准时到岗,顺利认真完成本职工作,服从管理(5分)	准时到岗,经他人帮助完成本职工作,服从管理(4分)	经提示能按照要求约束自己,在他人帮助下完成本职工作(3分)	
操作实施规范(5分)	模拟网络环境搭建准确,线缆连接标准,爱护设备,整理实验环境符合要求(5分)	模拟网络环境搭建基本准确,线缆连接标准,爱护设备,整理实验环境基本符合要求(4分)	经多次提示模拟网络环境搭建基本准确,线缆连接标准,爱护设备,整理实验环境基本符合要求(3分)	
成绩评定				
选择题测试评定				
自评				
师评				
工作任务单评定				
自评				
师评				
工作态度评定				
自评				
互评				
师评				
操作实施规范评定				
自评				
互评				
师评				
任务实战评定(网络工程师、项目经理可以从优秀起评,售前工程师从良好起评,反思内容少于50字,反思成绩不合格,实战成绩降一个档次,若实战成绩本应合格,降为不合格,分为20,16,12三个档次)				
第一种连接方式: PPP封装无验证+静态路由				
自评				
互评				