

以太网接入

以太网是现有局域网采用的最通用而且最成熟的通信协议标准。由于以太网在性价比、可扩展性、可靠性和 IP 网络的适应性上的优势,以太网也已经成为宽带接入网络乃至运营商城域网和骨干网的首选技术之一。

3.1 本章目标

学习完本章,应该能够达到以下目标。

- (1) 理解以太网接入的典型应用。
- (2) 掌握 PPPoE 技术的基本原理。
- (3) 掌握 PPPoE 的典型配置。
- (4) 了解以太网接入的优势和劣势。

3.2 以太网接入的典型应用

3.2.1 什么是以太网接入

IP 技术的发展成熟使语音、数据、视频和移动等应用的融合成为必然,统一通信已成为发展的趋势。以 IP 技术为核心进行网络改造并承载多种新型业务以提升竞争力,是固网运营商的发展方向。

以太网技术由于标准化程度高、应用广泛、带宽提供能力强、扩展性良好、技术成熟,设备性价比高,对 IP 支持良好,已成为城域网和接入网的发展趋势。

图 3-1 是一个利用以太网技术提供宽带接入的示例。在图 3-1 所示的以太网接入组网应用中,主要有如下三类设备。

(1) 位于 CPN 也就是用户侧的设备——家庭网关(Home Gateway, HG): HG 的主要作用是将家庭内的网络化信息设备(计算机、电话、电视机等)连接到运营商的接入网络,通常由具备多种接口的 SOHO 路由器完成上述功能。

(2) 位于运营商接入网边缘的设备——接入点设备(Access Node, AN): AN 的主要作用是接入来自不同家庭或园区网络的数据流量,通常由二层或三层以太网交换机完成上述功能。

(3) 位于 AN 和运营商城域网乃至骨干网之间设备——汇聚设备(Aggregation, AGG): AGG 的主要作用是汇聚来自不同 AN 的数据流量,通常由性能较高的路由交换设备完成上述功能。

以太网接入一般适用于园区或者住宅小区内用户的密集接入,以光纤和双绞线作为主要的传输介质,方便用户接入带宽的升级。当采用光纤时,结合相应的光传输技术,以太网也能支持较长距离的接入,因而也适用于对带宽和线路质量要求高,空间分布较为离散,距离较远的用户群的接入。

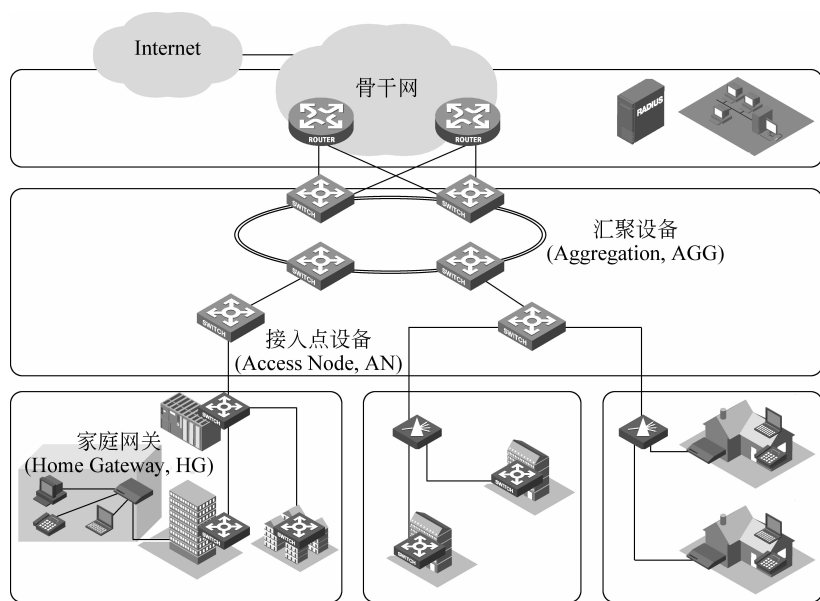


图 3-1 以太网接入

3.2.2 大型园区接入的典型应用

大型园区的接入是以太网接入的典型应用场景之一。对于用户众多的大型住宅园区，可以在园区内设置一台园区交换机作为 AN。园区交换机下行以百兆或千兆光纤连接所有楼道交换机，楼道交换机再连接到各用户的 HG，实现园区网络的汇聚；上行则采用千兆光纤连接到 AGG，实现园区网络的高速接入。

在如图 3-2 所示的以太网接入应用中，AN 可以选用三层交换机或二层交换机进行部署，其区别如下。

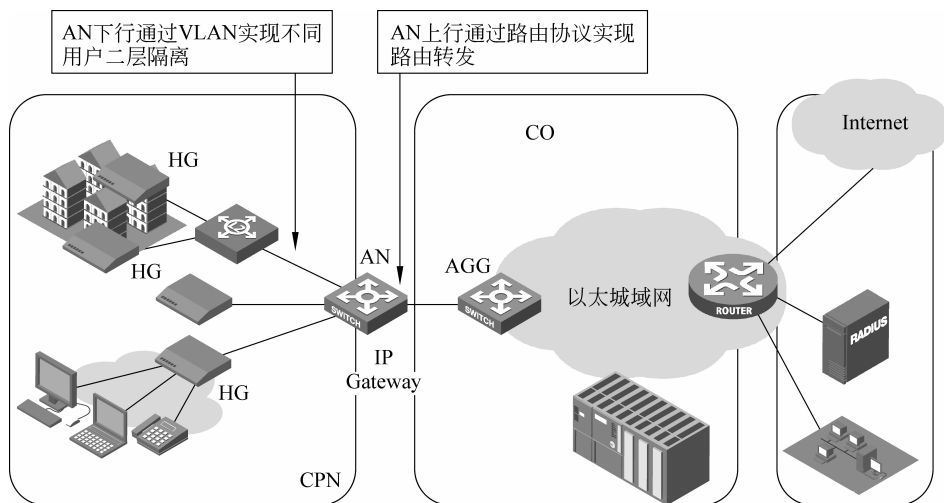


图 3-2 大型园区接入的典型应用

(1) 采用三层转发延伸到 AN 的接入方式时，AN 上行通过路由协议实现路由转发，AN 下行通过 VLAN 实现不同用户二层隔离，这样广播域被限制在 AN 下行的同一业务 VLAN

内,提高了接入网的带宽利用率。如果二层交换在 AGG 终结,则广播域的范围扩大到一台 AGG 设备下的同一业务 VLAN。

(2) 在二层交换终结在 AGG 设备的方案中,一台 AGG 设备最多可接入用户终端数将受限于其自身 MAC 地址表项数。如果采用三层到 AN 的方案,AN 对用户进行高密度接入并终结二层转发,从而同一 AGG 可以接入更多用户终端。

(3) 采用三层到 AN 的方案时,AN 和 AGG 上无须支持和部署复杂的二层隔离和安全特性,网络改造规模小,有利于采用已有设备以较低成本进行快速部署。

根据上面的对比,不难发现,选用三层交换机作为 AN 进行部署比起选用二层交换机优势明显,在大部分的以太网接入应用中也采用了这种方式。

3.3 PPPoE 原理及配置

3.3.1 PPPoE 原理

1. PPPoE 的基本原理和应用方式

在利用以太网技术进行宽带接入的应用中,如何对用户进行认证、授权和计费也是运营商需要考虑的首要问题。在以太网交换机上支持的一些认证手段如 IEEE 802.1x 主要基于以太网交换机上的物理端口,而且在部署上需要尽量靠近边缘,甚至需要在运营商管理范围之外的一些接入设备上部署,因此在部署和管理上都不太方便,具有一定的局限性。

RFC 2516 定义的 PPPoE(Point-to-Point Protocol over Ethernet)技术(图 3-3)可以说很好地解决了以太网接入应用中的用户认证问题。PPPoE 协议采用 Client/Server 方式,它将包含用户认证信息的 PPP 报文封装在以太网帧之内,在以太网上提供点对点连接的同时,也利用 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证方式对用户进行认证。

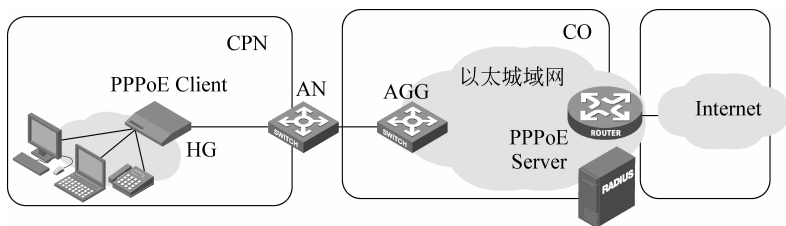


图 3-3 以太网接入用户的认证——PPPoE

PPPoE Client 可以是用户侧的 HG 设备,也可以是连接到网络的 PC。PPPoE Client 将以太网帧(携带 PPP 帧)通过以太网传送到 PPPoE Server 上进行 PPP 认证。在实际应用中,PPPoE Server 通常是位于骨干网的边缘层宽带接入服务器(Broadband Remote Access Server, BRAS)。宽带接入服务器主要完成两方面功能。

(1) 网络承载功能:负责终结用户的 PPPoE 连接、汇聚用户的流量功能。

(2) 控制实现功能:与认证系统、计费系统和客户管理系统及服务策略控制系统相配合实现用户接入的认证、计费和管理功能。

这两项功能都可以利用路由器设备进行实现,为方便理解,在后续的组网图和介绍中我们都以路由器来代替宽带接入服务器和模拟 PPPoE Server。

PPPoE 有两个明显的阶段:Discovery 阶段和 PPP Session 阶段,具体如下。

(1) Discovery 阶段:当主机开始 PPPoE 进程时,它必须先识别接入端的以太网 MAC 地址,建立 PPPoE 的 SESSION_ID,这就是 Discovery 阶段的目的。

(2) PPP Session 阶段：当 PPPoE 进入 Session 阶段后,PPP 报文就可以作为 PPPoE 帧的净荷封装在以太网帧发到对端,SESSION_ID 必须是 Discovery 阶段确定的 ID,MAC 地址必须是对端的 MAC 地址,PPP 报文从 Protocol ID 开始。在 Session 阶段,主机或服务器任何一方都可发 PADT(PPPoE Active Discovery Terminate)报文通知对方结束本 Session。

2. PPPoE 的帧结构

图 3-4 是 PPPoE 的帧结构,在其结构中需要注意以下几点。

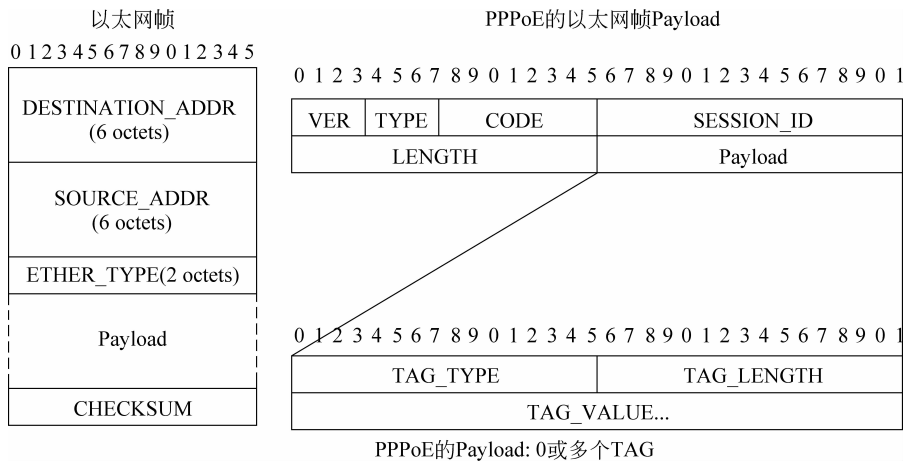


图 3-4 PPPoE 的帧结构

(1) ETHER_TYPE 为 0x8863 时表示该帧为 Discovery 阶段的报文,ETHER_TYPE 为 0x8864 时则表示该帧为 PPP Session 阶段的报文。

(2) DESTINATION_ADDR 部分为目的 MAC 地址,可以是广播 MAC 地址(0xffffffff)或者单播 MAC 地址。对于 PPP Session 数据来说,必须使用在 Discovery 阶段中确认的单播 MAC 地址。

(3) SOURCE_ADDR 则表示源 MAC 地址。

在图 3-4 所示的 PPPoE 的以太网帧 Payload 中各字段的解释如下。

(1) VER: PPPoE 的版本,根据 RFC 2516 要求必须被设为 0x1。

(2) TYPE: 根据现存的 PPPoE 版本必须被设为 0x1。

(3) CODE: 用于标识 Discovery 阶段和 PPP Session 阶段的不同报文,其取值在后面进行详细介绍。

(4) SESSION_ID: 用于唯一标识一个 PPP Session,在 Discovery 阶段被定义,在 PPP Session 阶段被使用。保留值为 0xffff。

(5) LENGTH: 仅指 PPPoE Payload 的长度,不包括以太网帧和 PPPoE 的头部。

(6) Payload: PPPoE 的 Payload 包括 0 或多个 TAG。TAG 采用图 3-4 所示的 TLV (Type-Length-Value)结构: 其中 TAG_TYPE 表示 TAG 的类型,常用的类型在后面会进行介绍。TAG_LENGTH 则表示 TAG_VALUE 的长度。

3. PPPoE 的协商过程

图 3-5 为 PPPoE 的协商过程,PPPoE Client 先将用户数据封装为 PPP,再将 PPP 封装到以太网帧中,PPP 中相关的验证信息将会送给 PPPoE Server 进行 PAP 或 CHAP 验证。通过验证之后,PPPoE Client 会以 IPCP 协商的形式从 PPPoE Server 获得 IP 地址。

PPPoE Client 和 PPPoE Server 之间的 PPPoE 协商过程分为 Discovery 阶段和 PPP

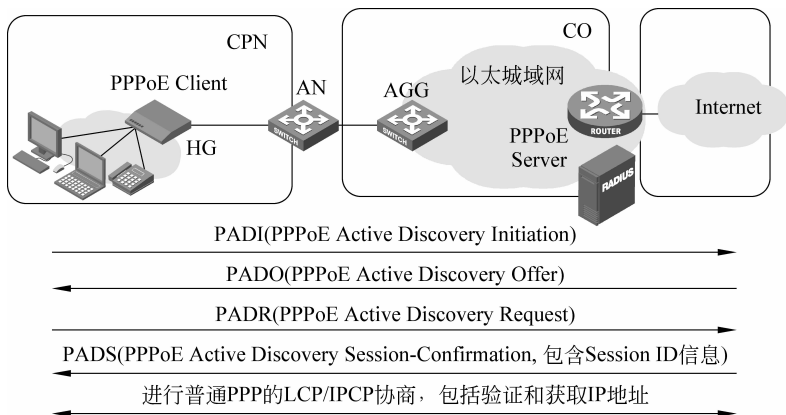


图 3-5 PPPoE 的协商过程

Session 阶段。

Discovery 阶段的协商过程如下。

(1) PPPoE Client 在以太网口上广播 PADI(PPPoE Active Discovery Initiation)报文,该报文以以太网帧的形式被 ADSL Modem 桥接到运营商的集中路由器(PPPoE Server)上。(PPPoE 头部: CODE=0x09;SESSION_ID=0x0000。PPPoE Payload: TAG_TYPE 必须包括 Service-Name,用于指示请求的服务;也可以包含其他的 TAG)

(2) PPPoE Server 在收到 PADI 之后,发送回 PADO(PPPoE Active Discovery Offer)报文,其中包含 PPPoE Server 的 AC-name(Access Concentrator's name)信息和可以提供的服务信息 Service-Name,以供 PPPoE Client 进行选择。(PPPoE 头部: CODE = 0x07; SESSION_ID=0x0000。PPPoE Payload: 必须包含至少一个 Service-Name 的 TAG,用于指示可以提供的服务类型;必须包含 AC-name 的 TAG)

注意: 在实际应用中,运营商的网络中可能存在多台 PPPoE Server 来响应 PPPoE Client 的 PADI 报文。通常在 Discovery 阶段,PPPoE Client 需要发现所有可用 PPPoE Server,并根据其 AC-name 和 Service-Name 信息来选择一个合适的 PPPoE Server。

(3) PPPoE Client 发送一个单播的 PADR(PPPoE Active Discovery Request)报文给选定的 PPPoE Server。报文中包含服务信息 Service-Name。(PPPoE 头部: CODE = 0x19; SESSION_ID=0x0000。PPPoE Payload: TAG_TYPE 必须包括 Service-Name,用于指示请求的服务;也可以包含其他的 TAG)

(4) PPPoE Server 发回 PADS(PPPoE Active Discovery Session-Confirmation)报文,其中包含 Session ID 信息。完成 Discovery 阶段。(PPPoE 头部: CODE=0x19;SESSION_ID 由 PPPoE Server 定义。PPPoE Payload: TAG_TYPE 必须包括 Service-Name,用于指示 PPPoE Server 同意提供的服务;也可以包含其他的 TAG)

注意: 在此阶段,如果 PPPoE Server 和 Client 就服务类型 Service-Name 未能达成一致,SESSION_ID 将被设为 0x0000,无法建立 PPP Session。

在 Discovery 阶段之后,PPPoE Client 已经知道了 PPPoE Server 的 MAC 地址和 Session ID,并可以据此来建立相应的 PPP 连接。接下来进入 PPP Session 阶段。

PPP Session 阶段的协商过程如下。

在 PPP Session 阶段,PPPoE Client 和 PPPoE Server 之间进行普通的 LCP、NCP、IPCP 协商来进行 PPP 验证(PAP 或 CHAP)和 IP 地址的分配。这里不再赘述。