
课程 5

PPP协议

目 录

课程说明	1
课程介绍	2
课程目标	2
相关资料	2
第一节 PPP协议基本概念	3
1.1 概述	3
1.2 PPP协议的基本概念	3
1.3 PPP协议的特点	4
小 结	4
习 题	4
第二节 PPP的帧格式	5
2.1 概述	5
2.2 PPP的帧格式	5
2.2.2 常用code值	6
2.2.3 常用协商type值	7
小 结	7
习 题	7
第三节 PPP的协商过程	8
3.1 概述	8
3.2 PPP的协商过程	8
3.3 PAP的验证过程	8
3.4 CHAP的验证过程	9
小 结	9
习 题	9
第四节 MP多链路捆绑	10
4.1 概述	10
4.2 MP的协商过程	10
习 题	10
习题答案	11
缩略词表	12

课程说明

课程介绍

本教材对应的产品版本为：Quidway系列虚拟路由器VRP1.0。

本课程主要介绍了PPP协议的基本概念；特点；帧格式；协商过程；CHAP、PAP验证；配置以及几种常见PPP协议故障的分析方法。

课程目标

完成本课程学习，学员能够掌握：

- ✓ PPP协议的基本概念
- ✓ 了解PPP 协议的基本协商过程
- ✓ CHAP、PAP的大体验证过程
- ✓ PPP协议的基本配置
- ✓ 对几种常见PPP协议进行故障的分析

相关资料

《Quidway系列路由器用户手册》

《Quidway系列路由器安装手册》

第一节 PPP协议基本概念

1.1 概述

PPP协议是在SLIP（Serial Line IP串行线IP协议）的基础上发展起来的。由于SLIP协议只支持异步传输方式、无协商过程（尤其不能协商如双方IP地址等网络层属性）等缺陷，在以后的发展过程中，逐步被PPP协议所替代。

PPP协议目前最新的RFC文档为RFC1661，其中具体介绍了PPP协议的基本概念，状态的转换过程，链路控制协议（LCP）的帧格式及内容等知识。从1994.7~今，PPP协议本身并没有大的改变，但由于PPP协议所具有的其他链路层协议所无法比拟的特性，它得到了越来越广泛的应用，其扩展支持协议也层出不穷，随之而来的是PPP协议功能的逐步强大。

1.2 PPP协议的基本概念

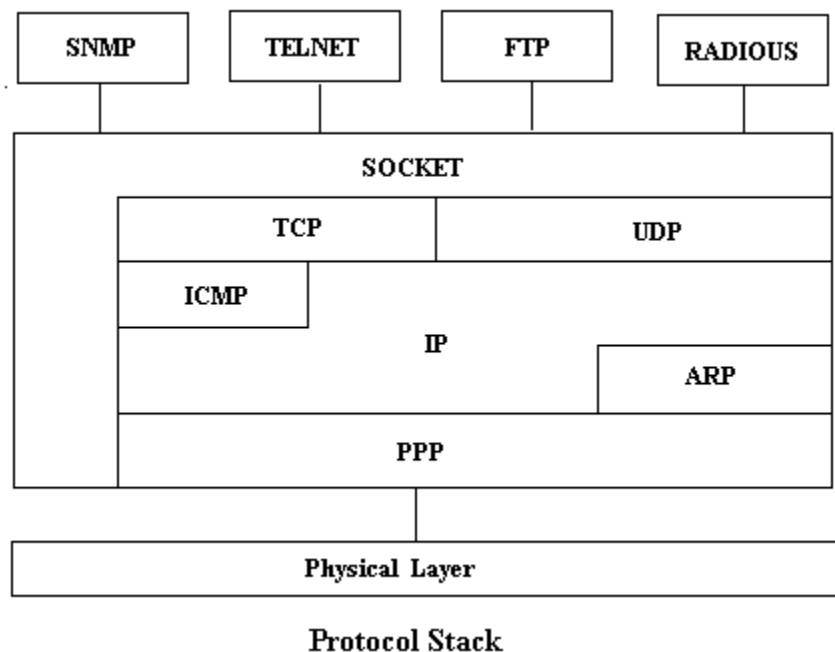


图1.1 PPP协议在协议栈中的位置

PPP协议，其全称为Point-To-Point Protocol（点到点协议）。它作为一种提供在点到点链路上传输、封装网络层数据包的数据链路层协议，处于

TCP/IP协议栈的第二层，主要被设计用来在支持全双工的同异步链路上进行点到点之间的数据传输。

PPP主要由三类协议组成：链路控制协议族(LCP)、网络层控制协议族(NCP)和PPP扩展协议族。其中，链路控制协议主要用于建立、拆除和监控PPP数据链路；网络层控制协议族主要用于协商在该数据链路上所传输的数据包的格式与类型；PPP扩展协议族主要用于提供对PPP功能的进一步支持。

同时，PPP还提供了用于网络安全方面的验证协议族(PAP和CHAP)。

1.3 PPP协议的特点

一、PPP协议与其他链路层协议不同，既支持同步链路又支持异步链路，而如X25、framerelay等数据链路层协议只对同步链路提供支持。

二、具有各种NCP协议，如IPCP, IPXCP更好地支持了网络层协议。

三、具有验证协议CHAP、PAP，更好地保证了网络的安全性。

四、易扩充。

小 结

PPP协议是提供在点到点链路上传递、封装网络层数据包的一种数据链路层协议。PPP主要由三类协议组成：链路控制协议族(LCP)、网络层控制协议族(NCP)和PPP扩展协议族。其中，链路控制协议主要用于建立、拆除和监控PPP数据链路；网络层控制协议族主要用于协商在该数据链路上所传输的数据包的格式与类型；PPP扩展协议族主要用于提供对PPP功能的进一步支持。同时，PPP还提供了用于网络安全方面的验证协议族(PAP和CHAP)。PPP由于能够提供验证，易扩充，支持同异步而获得较广泛的应用。

习 题

1-1 PPP协议属于TCP/IP的哪一层？其主要功能是什么？

1-2 PPP由哪几部分组成？各部分所具有的功能是什么？

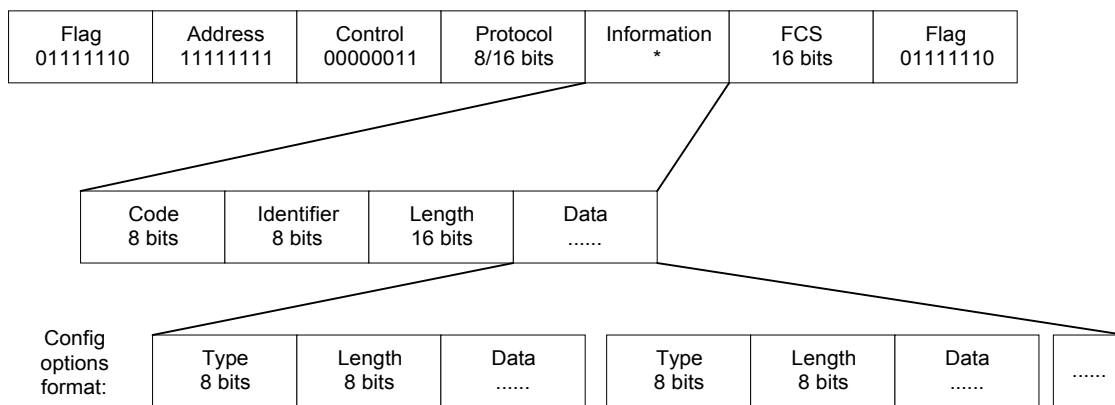
1-3 PPP协议的特点是什么？

第二节 PPP的帧格式

2.1 概述

PPP协议不仅提供对网络层报文的承载（封装），并且支持各种链路参数的协商。这种协商属性，也就导致了PPP报文的多样性。

2.2 PPP的帧格式



帧格式

以上，Flag域标识了一物理帧的起始及结束，FCS域为帧校验域。而真正属于PPP报文内容的为Address、Control、Protocol、Information域所包含内容。Address域表示此为PPP广播地址，Address、Control域一起表示了此报文为PPP报文，即PPP报文头为FF03。Protocol为协议域。紧接着的Code域表明了此报文为哪种PPP协商报文，如为IP报文，则不存在此域，而取代之的直接为IP报文数据内容。Identifier域用于进行协商报文的匹配。Length域为此协商报文长度（包含Code及Identifier域）。Data域所包含的为协商报文内容。Type为协商选项类型，其后的Length为此协商选项长度（包含Type域），紧接着的Data域为协商选项具体内容。

2.2.1 常用protocol代码

0021 Internet Protocol

002b	Novell IPX
002d	Van Jacobson Compressed TCP/IP
002f	Van Jacobson Uncompressed TCP/IP
8021	Internet Protocol Control Protocol
802b	Novell IPX Control Protocol
8031	Bridging NC
C021	Link Control Protocol
C023	Password Authentication Protocol
C223	Challenge Handshake Authentication Protocol

2.2.2 常用code值

0x01	Configure-Request
0x02	Configure-Ack
0x03	Configure-Nak
0x04	Configure-Reject
0x05	Terminate-Request
0x06	Terminate-Ack
0x07	Code-Reject
0x08	Protocol-Reject
0x09	Echo-Request
0x10	Echo-Reply
0x11	Discard-Request

2.2.3 常用协商type值

0x01	Maximum-Receive-Unit
0x02	Async-Control-Character-Map
0x03	Authentication-Protocol
0x04	Quality-Protocol
0x05	Magic-Number
0x06	RESERVED
0x07	Protocol-Field-Compression
0x08	Address-and-Control-Field-Compression

小 结

PPP由于不仅承载网络报文，而且具有各种协商过程，所以其报文格式随协议、协商选项的不同而不同，但总体上是具有规律性的。

习 题

2-1 请写出一报文ID为01，协商选项为Maximum-Receive-Unit（其值为1500）、Protocol-Field-Compression、验证协议为CHAP的LCP Configure-Request报文？

第三节 PPP的协商过程

3.1 概述

PPP链路的建立是通过一系列的协商完成的。其中，链路控制协议除了用于建立、拆除和监控PPP数据链路，还主要进行链路层特性的协商，如MRU、验证方式等；网络层控制协议族主要用于协商在该数据链路上所传输的数据包的格式与类型，如IP地址。

3.2 PPP的协商过程

PPP在建立链路之前要进行一系列的协商过程。过程如下：PPP首先进行LCP协商，协商内容包括：MRU(最大传输单元)、魔术字(magic number)、验证方式、异步字符映射等选项(详见RFC1661)。LCP协商成功后，进入Establish(链路建立)阶段。如配置了CHAP或PAP验证，便进入CHAP或PAP验证阶段，验证通过后才会进入网络阶段协商(NCP)，如IPCP、IPXCP、BCP的协商。任何阶段的协商失败都将导致链路的拆除。魔术字主要用于检测链路自环，PPP靠发送Echo Request、Echo Reply报文来检测自环和维护链路状态。如连续发现有超过最大自环允许数目个Echo Request报文中魔术字与上次发送魔术字相同，则判定网络发生自环现象。如链路发生自环，则就需采取相应措施对链路复位。另外，LCP发送config request时也可以检测自环，LCP发现自环后，在发送一定数目的报文后，也会复位链路。如果PPP发送的Echo Request 报文产生丢失，则在连续丢失最大允许丢失的个数之后，将链路复位，以免过多的无效数据传输。异步字符映射用于同异步转换。

3.3 PAP的验证过程

PAP为两次握手协议，它通过用户名及口令来对用户进行验证。PAP验证过程如下：当两端链路可相互传输数据时，被验证方发送本端的用户名及口令到验证方，验证方根据本端的用户表（或radius服务器）查看是否有此用户，口令是否正确。如正确则会给对端发送ACK报文，通告对端已被允许进入下一阶段协商；否则发送NAK报文，通告对端验证失败。此时，并不会直接将链路关闭。只有当验证不过次数达到一定值时，才会关闭链路，来防止因误传、网络干扰等造成不必要的LCP重新协商过程。PAP的特点是在网络上以

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

3.4 CHAP的验证过程

CHAP为三次握手协议。它的特点是，只在网络上传输用户名，而并不传输用户口令，因此它的安全性要比PAP高。CHAP的验证过程为：首先由验证方向被验证方发送一些随机产生的报文，并同时将被验证方的主机名附带上一起发送给被验证方。被验证方接到对端对本端的验证请求(Challenge)时，便根据此报文中验证方的主机名和本端的用户表查找用户口令字，如找到用户表中与验证方主机名相同的用户，便利用报文ID、此用户的密钥用Md5算法生成应答(Response)，随后将应答和自己的主机名送回。验证方接到此应答后，用报文ID、本方保留的口令字(密钥)和随机报文用Md5算法得出结果，与被验证方应答比较，根据比较结果返回相应的结果。

小 结

PPP链路的建立是通过一系列的协商完成的。所以，了解PPP的协商过程至关重要。

习 题

3-1 请简单描述LCP的协商过程？

3-2 PAP、CHAP的验证过程分别是由哪方发起的？PAP和CHAP的最大不同点是什么？

第四节 MP多链路捆绑

4.1 概述

随着PPP的广泛应用，MP作为PPP功能扩展协议应运而生。它可为用户提供更大的带宽，实现数据的快速转发。同时，还可实现对链路资源进行动态分配，有效的利用宝贵的资源。

4.2 MP的协商过程

MP的协商较为特殊。MP一些选项的协商是在LCP协商过程中完成的，如MRRU、SSNHF、Discriminator(终端指示符)等。而决定不同通道是否需进行多链路捆绑有两个条件：只有两个链路的Discriminator和验证方式、用户完全相符时，才能对两个链路进行捆绑。这就意味着只有当验证完成后，才能真正完成MP的协商过程。MP不会导致链路的拆除。如果配置了MP，两个链路不符合MP条件，则会建立一条新的MP通道，这同时也表明允许MP为单链路。MP的捆绑是完全依照用户进行的，只有相同用户才能进行捆绑。如一端配置了MP，另一端不支持或未配MP，则建立起来的链路为非MP链路。

习 题

4-1 请简单描述MP的基本功能和协商过程？

习题答案

- 1-1 PPP作为一种提供在点到点链路上传输、封装网络层数据包的数据链路层协议，处于TCP/IP协议栈的第二层，主要被设计用来在支持全双工的同异步链路上进行点到点之间的数据传输。
- 1-2 PPP主要由三类协议组成：链路控制协议族(LCP)、网络层控制协议族(NCP)和PPP扩展协议族。其中，链路控制协议主要用于建立、拆除和监控PPP数据链路；网络层控制协议族主要用于协商在该数据链路上所传输的数据包的格式与类型；PPP扩展协议族主要用于提供对PPP功能的进一步支持。
- 1-3 略。
- 2-1 FF03 C021 0101000E 010405DC 0304C223 0802。
- 3-1 略。
- 3-2 PAP是首先由被验证方将自己的用户名及密码送给验证方，而CHAP验证是首先由验证方发起验证过程的。主要区别为PAP为明文传送密码，而在CHAP验证过程中，密码是不在线传送的。
- 4-1 略。

缩略词表

CHAP	Challenge-Handshake Authentication Protocol	验证请求握手协议
LCP	Link Control Protocol	链路控制协议
PAP	Password Authentication Protocol	密码验证协议
PPP	Point-To-Point Protocol	点到点协议
MP	Multilink Protocol	多链路捆绑协议