



计算机网络与通信技术

第三章 数据链路层

北京交通大学 刘彪



计算机网络与通信技术

知识点：点对点PPP协议

北京交通大学 刘彪



PPP 协议的特点

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 对于点对点的链路，目前使用得最广泛的数据链路层协议是**点对点协议** PPP (Point-to-Point Protocol)。
- 用户使用拨号电话线接入互联网时，用户计算机和 ISP 进行通信时所使用的数据链路层协议就是 PPP 协议。
- PPP 协议在1994年就已成为互联网的正式标准。
- 不是可靠传输



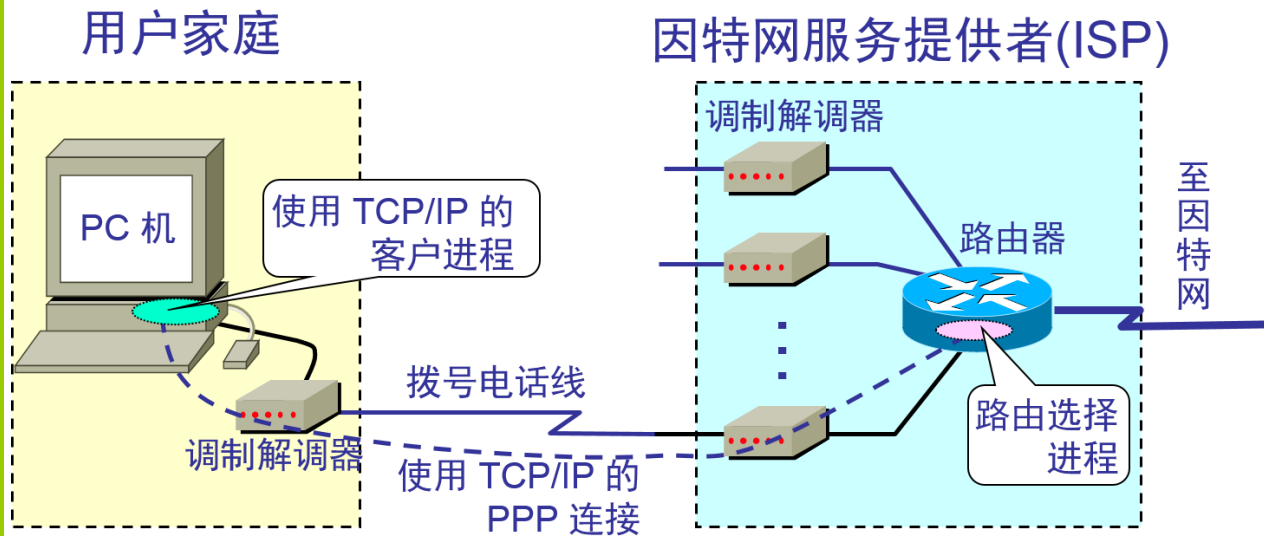
用户到 ISP 的链路使用 PPP 协议

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层





PPP协议应满足的需求

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 简单 —— 这是首要的要求。
- 封装成帧 —— 必须规定特殊的字符作为帧定界符。
- 透明性 —— 必须保证数据传输的透明性。
- 差错检测 —— 能够对接收端收到的帧进行检测，并立即丢弃有差错的帧。
- 支持多种网络层协议 —— 能够在同一条物理链路上同时支持多种网络层协议。
- 支持多种类型链路 —— 能够在多种类型的链路上运行。



PPP协议应满足的需求

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 检测连接状态 —— 能够及时自动检测出链路是否处于正常工作状态。
- 设置最大传送单元 —— 必须对每一种类型的点对点链路设置最大传送单元 MTU 的标准默认值，促进各种实现之间的互操作性。
- 网络层地址协商 —— 必须提供一种机制使通信的两个网络层实体能够通过协商知道或能够配置彼此的网络层地址。
- 数据压缩协商 —— 必须提供一种方法来协商使用数据压缩算法。



PPP 协议不需要的功能

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 纠错
- 流量控制
- 序号
- 多点线路
- 半双工或单工链路，只支持全双工



PPP 协议的组成

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- PPP 协议有三个组成部分：
 - (1) 一个将 IP 数据报封装到串行链路的方法，能够支持同步和异步链路。
 - (2) 链路控制协议 LCP (Link Control Protocol)，用来建立、配置和测试数据链路连接。
 - (3) 网络控制协议 NCP (Network Control Protocol)，满足对网络层协议的支持。



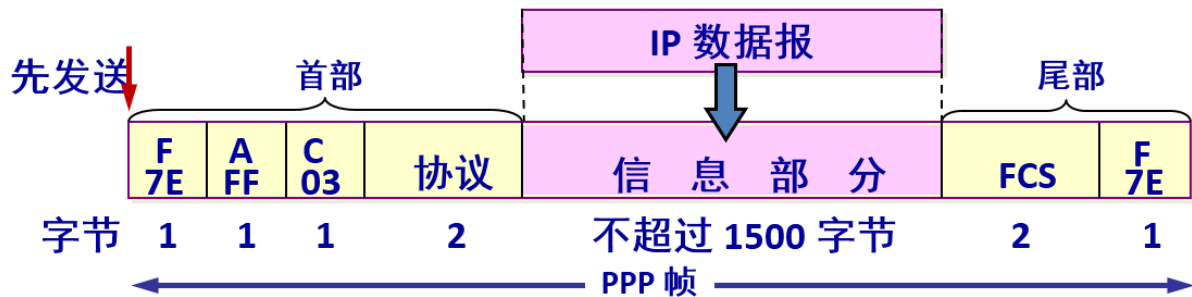
PPP 协议的帧格式

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层



- PPP 帧的首部和尾部分别为 4 个字段和 2 个字段。
- 标志字段 $F = 0x7E$ (二进制表示是 01111110)。
- 地址字段 A 只置为 $0xFF$, 控制字段 C 通常置为 $0x03$, 实际这两个字段上并不起作用。



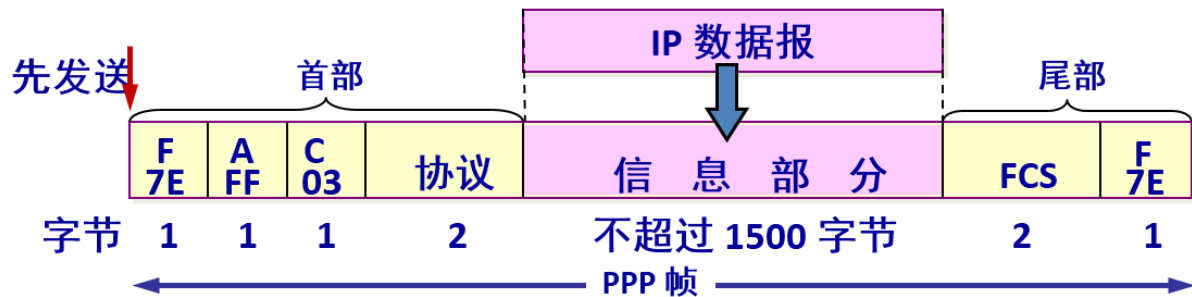
PPP 协议的帧格式

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层



PPP 有一个 2 个字节的协议字段。其值

- 若为 0x0021, 则信息字段就是 IP 数据报。
- 若为 0x8021, 则信息字段是网络控制数据。
- 若为 0xC021, 则信息字段是 PPP 链路控制数据。
- 若为 0xC023, 则信息字段是鉴别数据。



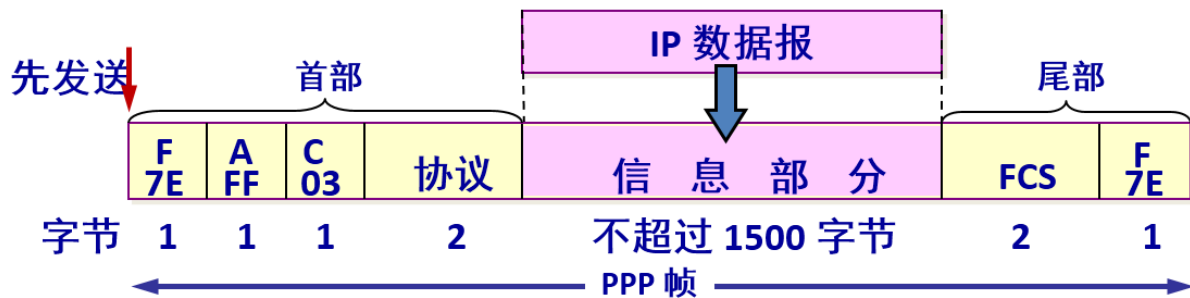
PPP 协议的帧格式

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层



- 信息部分长度可变，受到最大传送单元的限制，不超过1500字节。
- 尾部第一字段2个字节，是使用CRC的帧校验序列FCS。
- PPP 是面向字节的，所有的 PPP 帧的长度都是整数字节。



透明传输问题

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 当 PPP 用在同步传输链路时，协议规定采用硬件来完成**零比特填充**。
- 当 PPP 用在异步传输时，就使用一种特殊的**字符填充法**。



零比特填充

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 同步传输时采用零比特填充法使一帧中两个F字段之间不会出现6个连续1。
- 在发送端，只要发现有5个连续1，则立即填入一个0。
- 接收端对帧中的比特流进行扫描。每当发现5个连续1时，就把这5个连续1后的一个0删除，以还原成原来的比特流。



零比特填充举例

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

信息字段中出现了和标志字段 F 完全一样的 8 比特组合

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0

会被误认为是标志字段 F

发送端在 5 个连 1 之后填入 0 比特再发送出去

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0

发送端填入 0 比特

接收端把 5 个连 1 之后的 0 比特删除

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0

接收端删除填入的 0 比特

零比特的填充与删除



字符填充

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 将信息字段中出现的每一个 0x7E 字节转变成 2 字节序列 (0x7D, 0x5E)。
- 若信息字段中出现一个 0x7D 的字节, 则将其转变成 2 字节序列 (0x7D, 0x5D)。
- 若信息字段中出现 ASCII 码的控制字符 (即数值小于 0x20 的字符), 则在该字符前面要加入一个 0x7D 字节, 同时将该字符的编码加以改变 (RFC1662中有详细的规定)。



字符填充例题

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- 一个PPP帧的数据部分是

7D 5E FE 27 7D 5D 7D 5D 65 7D 5E

试问真正的数据是什么？

解：

接收到 7D 5E FE 27 7D 5D 7D 5D 65 7D 5E

实际数据为 7E FE 27 7D 7D 65 7E

7E FE 27 7D 7D 65 7E



不提供使用序号和确认

3.1 链路层概述

3.2 三个基本问题

3.3 点对点PPP协议

3.4 局域网的数据链路层

- PPP 协议之所以不使用序号和确认机制是出于以下的考虑：
 - 在数据链路层出现差错的概率不大时，使用比较简单的 PPP 协议较为合理。
 - 在因特网环境下，PPP 的信息字段放入的数据是 IP 数据报。数据链路层的可靠传输并不能够保证网络层的传输也是可靠的。
 - 帧检验序列 FCS 字段可保证无差错接受。