



第三章 数据链路层（三）

袁华, hyuan@scut.edu.cn

华南理工大学计算机科学与工程学院
广东省计算机网络重点实验室

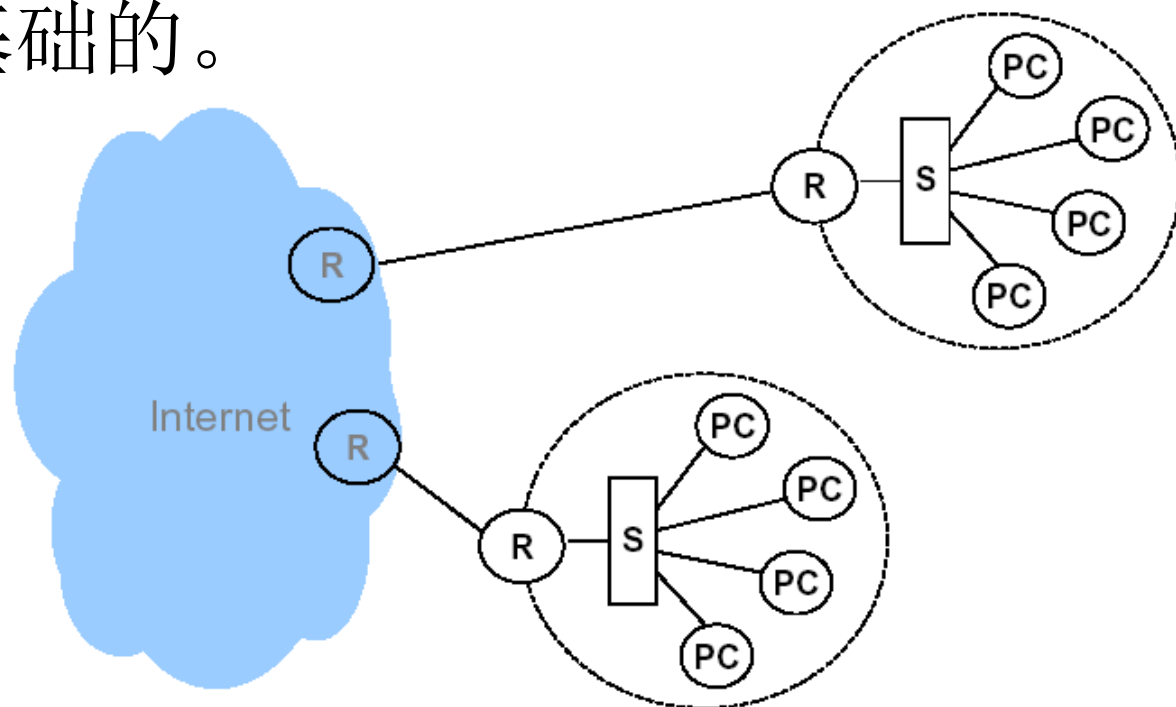


本节目的

- **SONET上的数据包**
 - **P189 3.5.1**
 - **PPP**
 - **PAP & CHAP**
- **非对称数字用户线（ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Loop）**
 - **P192 3.5.2**

因特网中路由器之间的点对点连接

- 大多数广域网的基础设施以点到点链接为基础的。





面向位的数据链路协议

典型协议：**HDLC** (High-level Data Link Control)

- 特性：

- 面向比特、同步传输 (**bit-synchronous**)

- 工作原理：数据帧的可靠传输

- 面向连接（建立/释放逻辑连接）

- 流控制（滑动窗口**seq/ack**）

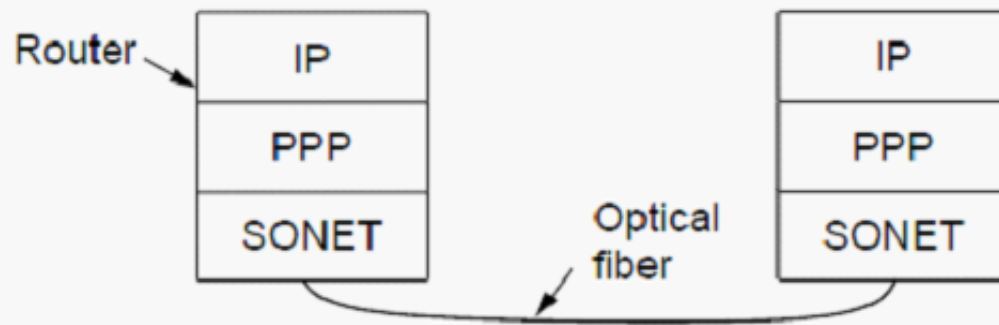
- 差错控制（**go back n / select repeat**）



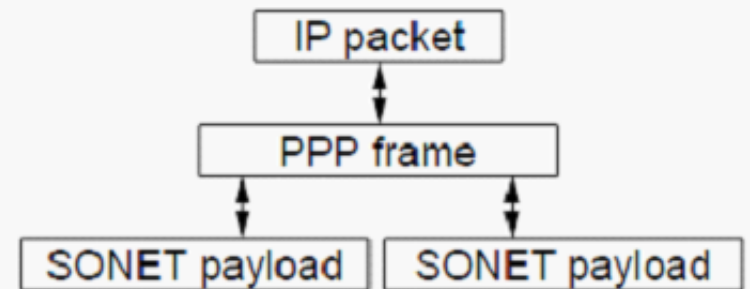
高级数据链路控制（HDLC）

- 早期广泛使用的一个协议
- 最早由**IBM SNA**提出**SDLC**
（**synchronous data link control**）
- **ISO**根据**SDLC**，提出了**HDLC**（**high level data link control**）
- 是面向位的同步通信协议

SONET帧上的数据包P190



Protocol stacks



PPP frames may be split over SONET payloads



面向字符的数据链路协议

■ SLIP (Serial Line IP)

■ 特点

- 面向字符，字符填充成帧；在**IP**分组首尾加标识(**0xC0**)

■ 不足之处

- 无任何差错控制功能；对网络层的服务只支持**IP**协议；双方必须拥有固定的**IP**地址；不提供身份认证等网络安全手段；非标准化，存在许多相互不兼容的版本

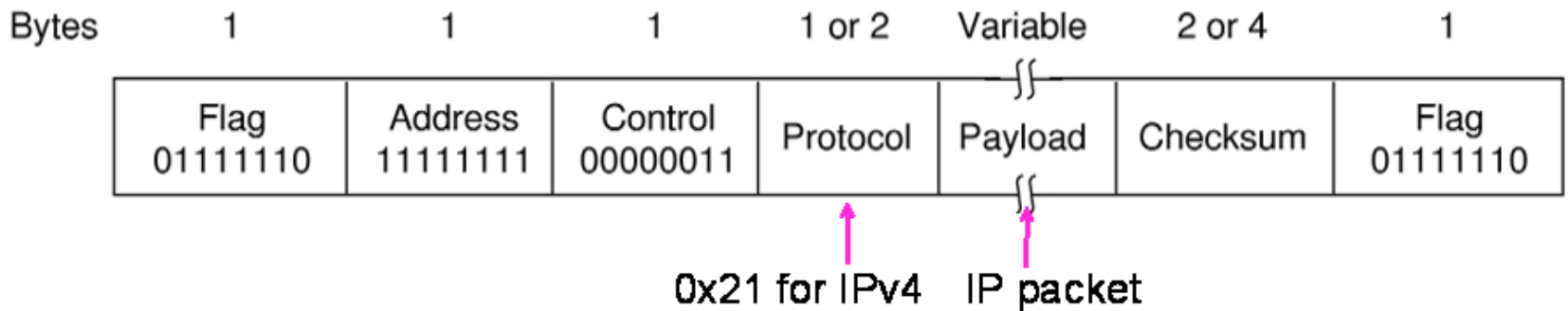
■ PPP (Point-to-Point Protocol) P190

■ 对SLIP改进

- 支持动态分配**IP**地址；具有差错控制和身份认证等功能

点到点协议PPP_{P190}

- PPP 是一种在链路上传输分组的常用方法
 - 采用字节填充的标记字节法 (0x7E)
 - “无序号帧” (无确认无连接) 用于承载IP分组
 - 采用校验和检错

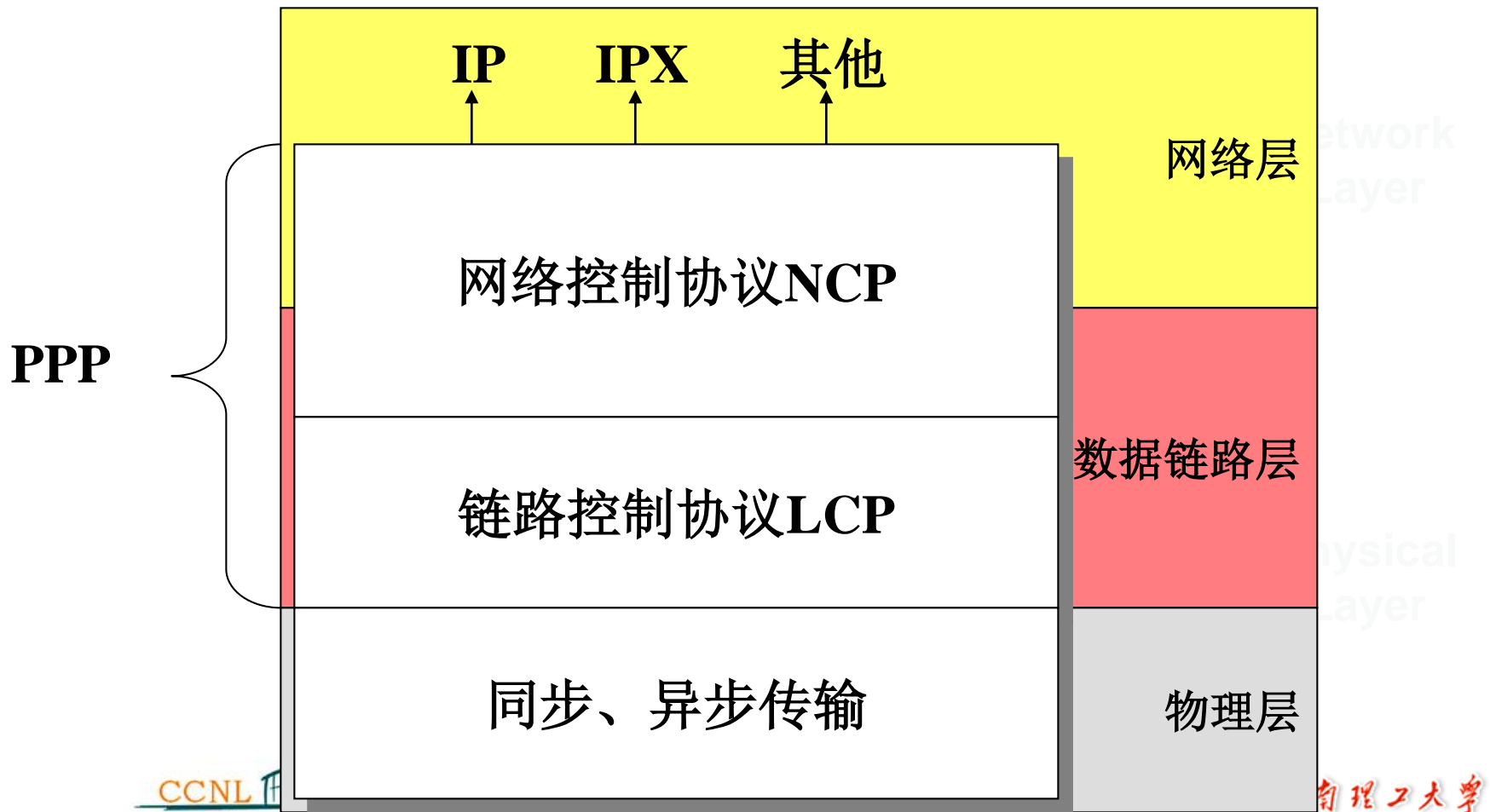




点到点协议PPP_{P190}

- 最初在 **RFC 1661** 定义
- **PPP**有**3**个主要特征: **P190**
 - 一种成帧的方法
 - 一个链路控制协议
 - **LCP** (Link Control Protocol).
 - 一种协商网络层选项的方式
 - **NCP** (Network Control Protocol)

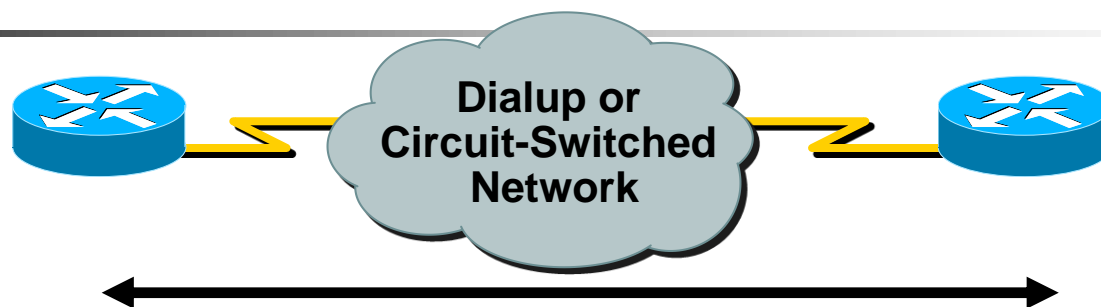
PPP 的分层及各层元素



PPP LCP 配置选择

特点	工作描述	Protocol
认证	需要一个password 执行询问握手	PAP CHAP
压缩	在源端压缩数据; 在目的端再生数据	Stacker or Predictor
错误检测	监视链路上丢失的数据 避免 frame looping	Quality Magic Number
多链路	在多链路间进行负载均衡	Multilink Protocol (MP)

PPP 认证概述

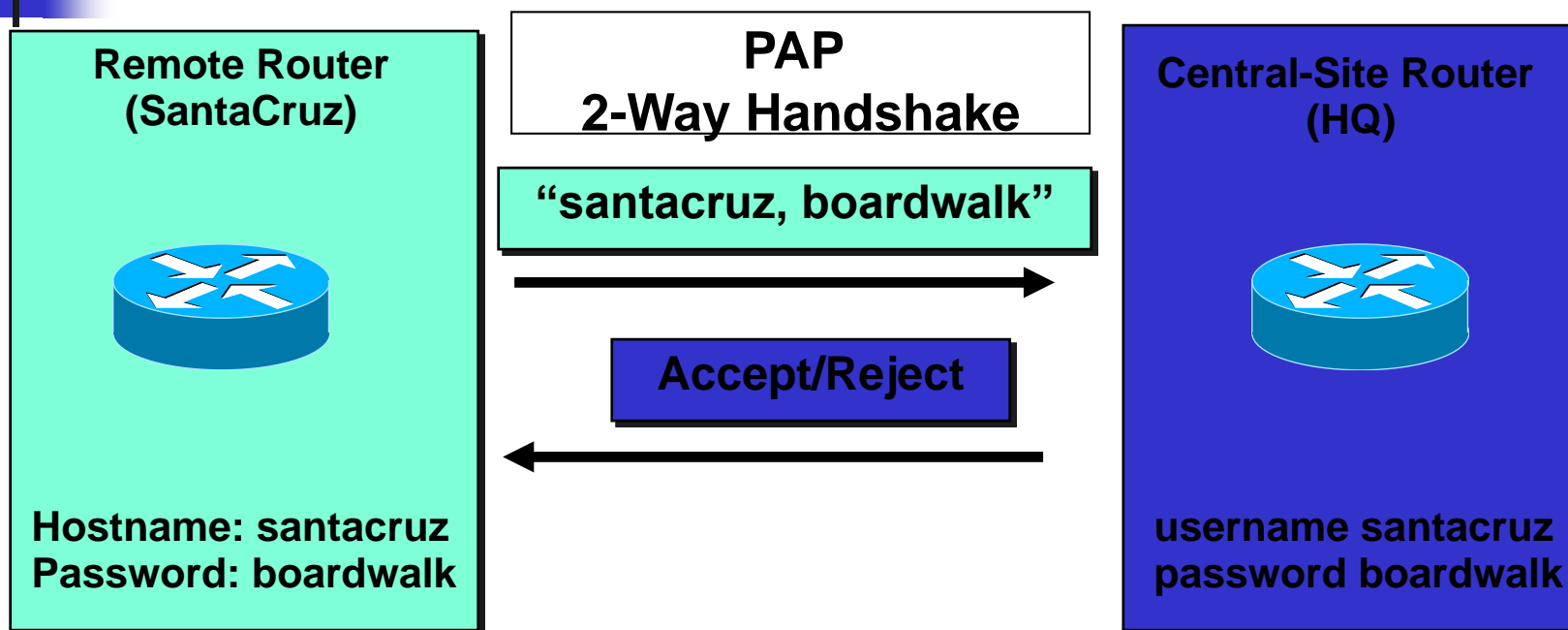


PPP 会话建立

- 1 链路建立阶段
- 2 可选的认证阶段 Authentication
- 3 网络层协议阶段

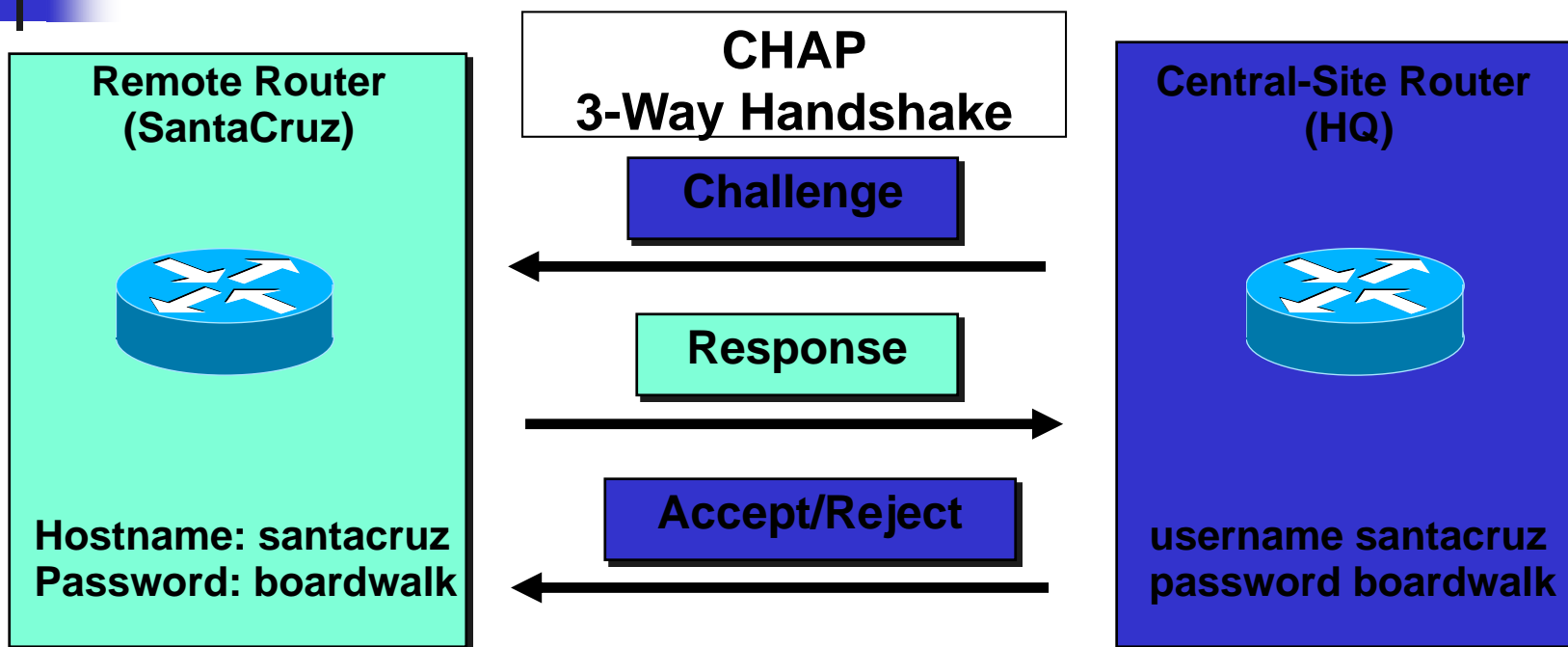
■ PPP两种认证协议：PAP and CHAP

选择一种 PPP 认证协议-PAP



- **Passwords** 以明文的形式传送
- 远端节点控制重试频率和次数

选择一种 PPP 认证协议-CHAP



- 使用 “**secret**”，只有认证者和远端节点知道



PAP的特点

- **PAP**是一种简单的明文验证方式。
- **NAS**（**Network Access Server**）要求用户提供用户名和口令，
- 这种验证方式的安全性较差，第三方可以很容易获取被传送的用户名和口令。
- 所以，一旦用户密码被第三方窃取，**PAP**无法提供避免受到第三方攻击的保障措施。

CHAP的特点

- **CHAP**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
- **NAS**向远程用户发送一个挑战口令（**challenge**），其中包括会话**ID**和一个任意生成的挑战字串（**arbitrary challenge string**）。远程客户必须使用**MD5**单向哈希算法返回用户名和加密的挑战口令。
- 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串来防止受到再现攻击。
- 在整个连接过程中，**CHAP**将不定时的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。



点到点协议**PPP**的功能

- **PPP是Internet标准**
- **(RFC1661 1662 1663)**
 - 处理错误监测
 - 支持多种协议 (**IP、IPX、DECnet**等)
 - 连接时允许协商**IP**地址
 - 允许身份认证

PPP的帧格式 P191

PPP的帧格式类似于**HDLC**，但是面向字符的协议
(以字节为单位)

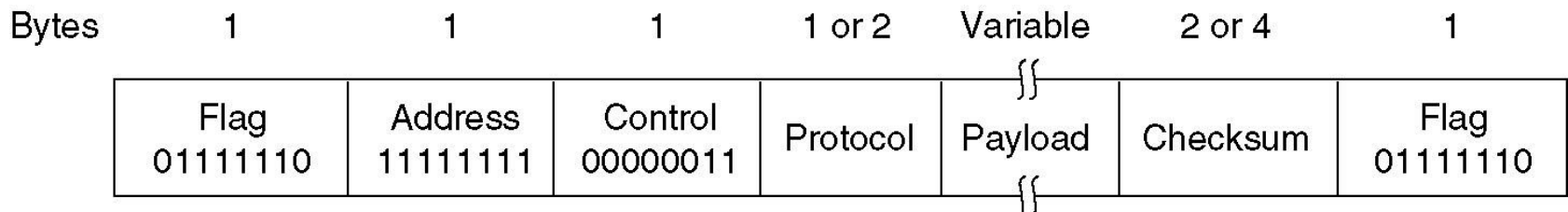
1	1	1	1/2	可变	2/4	1
标志 01111110	地址 11111111	控制 00000011	协议	有效载荷	校验和	标志 01111110

Don't reinvent the wheel



PPP Frame Format(cont'd)

- 总是以一个特殊的字符开始**01111110** (跟**HDLC**相同)**P190**
 - 在同步链路中，该过程是通过一种称作比特填充（**bitstuffing**）的硬件技术来完成的
 - 异步链路时：若封装在**PPP**帧中的数据出现**0x7E**字节，则用**2**字节序列**0x7D**、**0x5E**取代；若出现**0x7D**字节，则用**2**字节序列**0x7D**、**0x5D**取代；



P190的填充注释

- 如果待传输的数据是**0x7E**
 - 发方：先使用**0x7D**填充；再将**0x7E XOR 0x20=0x5E**；即**0x7D**、**0x5E**取代**0x7E**
 - 收方：扫描到**0x7D**，删掉它；再将其后的一个字节与**0x20**异或，即 **0x5E XOR 0x20=0x7E**，恢复出待传输的数据。

发方

7E

20

5E

0111 1110

0010 0000

0101 1110

0101 1110

0010 0000

0111 1110

收方

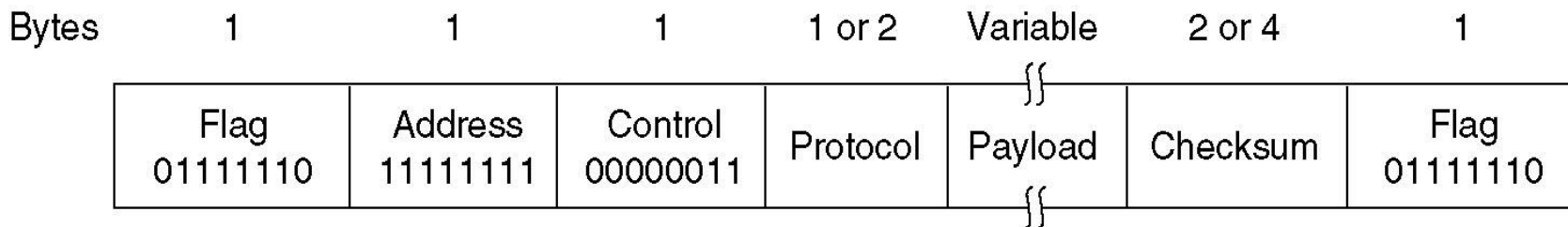
5E

7E

PPP的帧格式(续)

双方协商认同后，可省略

- 地址域：固定为**11111111**，可省略
- 控制域：缺省为**00000011**，即无序号帧（即毋需确认），可省略
- 协议域：不同的协议不同的代码 **P191**
- 载荷域：可变长，缺省**1500**字节
- 校验和：缺省为**2**字节，也可定义为**4**字节





PPP的链路控制协议 LCP

- **LCP**（**Link Control Protocol**）提供了建立、配置、维护和终止点对点链接的方法
- **LCP**的过程按以下四个阶段进行：
 - 链路的建立和配置协调
 - 链路质量检测
 - 网络层协议配置阶段
 - 关闭链路



LCP帧的类型

- **LCP帧的类型有三种：**
 - 链路建立帧：建立和配置链路
 - 链路终止帧：终止链路
 - 链路维护帧：管理、维护链路

PPP的工作过程

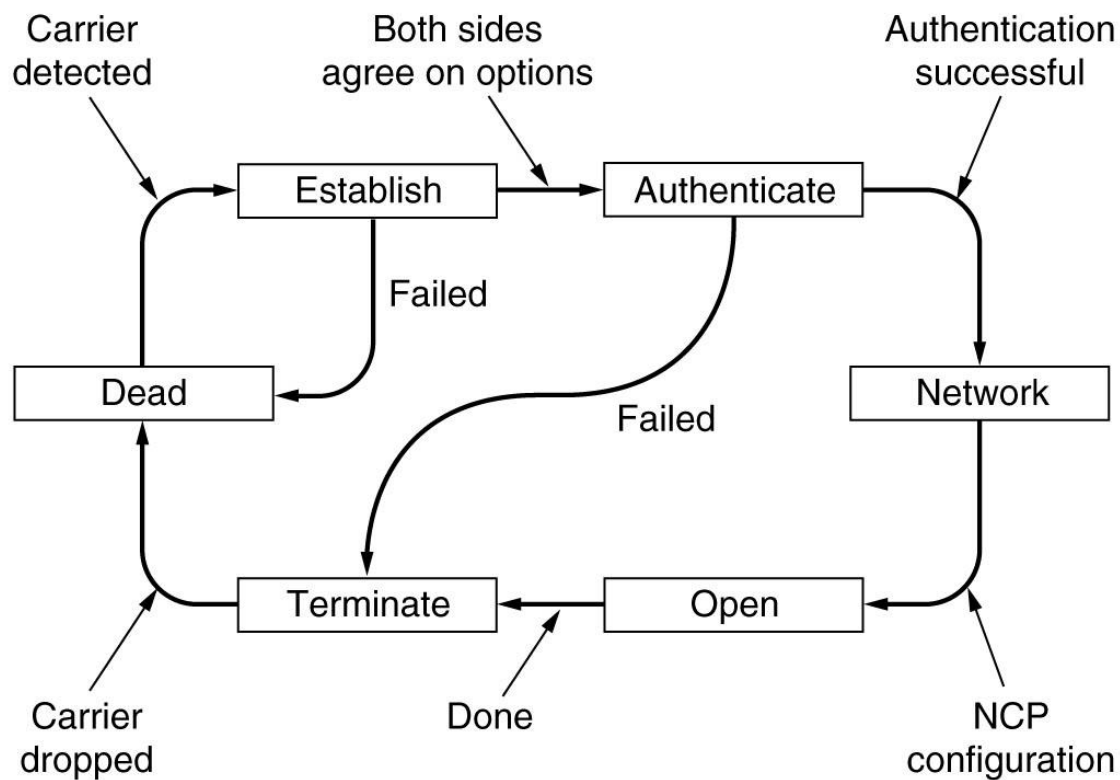
- 发送端**PPP**首先发送**LCP**帧，以配置和测试数据链路
- 在**LCP**建立好数据链路并协调好所选设备之后，发送端**PPP**发送**NCP**帧，以选择和配置一个或多个网络协议
- 当所选的网络层协议配置好后，便可将各网络层协议的分组发送到数据链路上
- 配置好的链路将一直保持通信状态，直到**LCP**帧或**NCP**帧明确提示关闭链路，或有其它的外部事件发生（如用户干预等）



一次使用PPP协议的过程

- **1.初始状态**
- **2.建立连接：** 建立成功到**3)**， 否则到**1)**
- **3.选项协商：** 协商成功到**4)**， 否则到**7)**
- **4.身份认证：** 认证成功到**5)**， 否则到**7)**
- **5.配置网络：** 网络配置完后到**6)**
- **6.数据传输：** 数据传输完后到**7)**
- **7.释放链路：** 回到**1)**

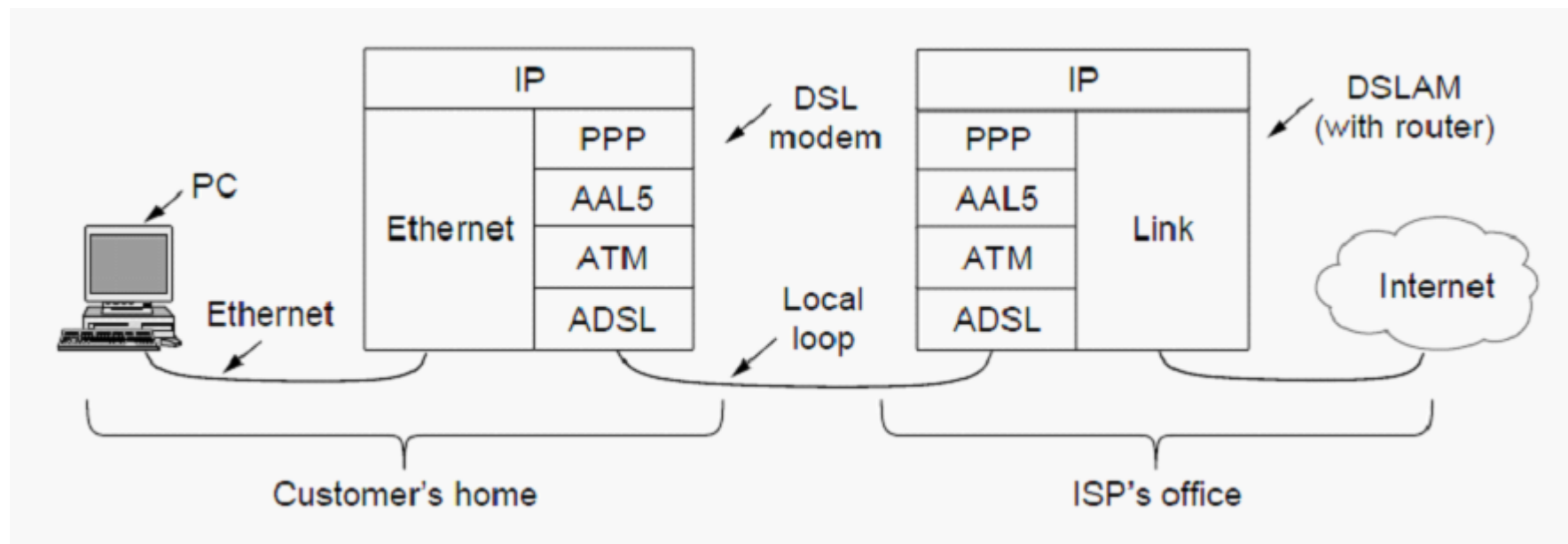
PPP工作状态图P203



ADSLP192

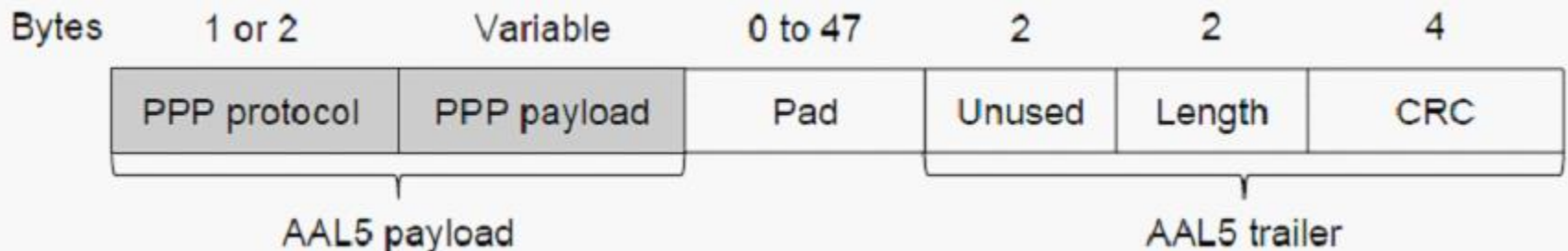
■ 广泛用于通过本地回路**宽带接入**

- ADSL 在 modem (客户) 到 DSLAM (ISP)间
- IP 分组通过 PPP 和 AAL5/ATM 承载



PPPoA

- PPP 数据通过 ATM 信元封装:
 - ATM 使用短且定长的信元 cells (53 字节);
每个信元有虚连接标号
 - AAL5 是通过ATM传输分组的格式
 - PPP 帧转化为 AAL5帧 (PPPoA)





本节小结

- 学习了解链路层协议实例

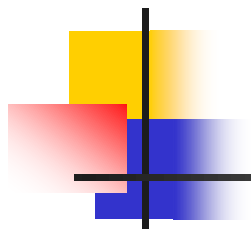
- **PPP**

- 跟**HDLC**的差别

- **PPP**

- **PAP & CHAP**

- **Framing format**



谢谢!

