

分层概念归纳

各层协议与相关名词

物理层

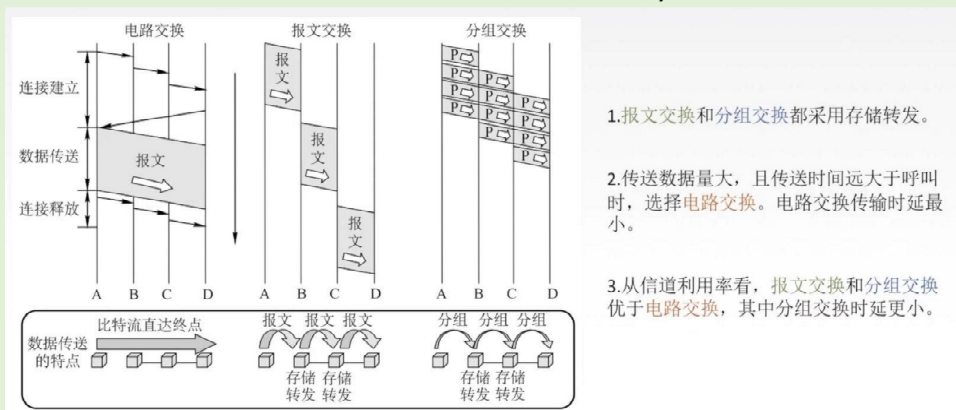
集线器 p90

调制解调器

p64

- 电路交换：主叫到被叫端要建立一条专门的物理线路。建立连接→通话→释放连接。通话时间内占用该线路所有资源。 p13

- 分组交换：采用**储存转发**技术，每个分组在互联网中**独立**的选择传输路径。高效灵活迅速可靠。**报文交换**类似，但是整个报文不分组直接传输。 p14



- 速率/数据率：信息的传送速率，单位**bit/s**。注意 1 kbit/s=1000bit/s，而不是1024。 p21
- 带宽：本指信号的频带宽度 (Hz) (称为频域)，但计网中指**某通道传送数据的能力 (bit/s)** (称为时域)。 p21
- 吞吐量：单位时间内通过某个网络/信道/接口的实际数据量。用每秒传送的比特数或字节数表示，如bit/s。 p22
- **时延**：一组数据从网络的一端传到另一端所需的时间。单位秒。 p22

- 发送时延：主机或路由 发送数据帧所需的时间，即从发送第一个比特算起，最后一个比特发送完毕为止。发送时延=数据帧长度(bit)/发送速率(bit/s)。
- 传播时延：电磁波在信道中传播一定距离所需的时间，与物理材质有关，很难优化。传播时延=信道长度(m)/电磁波在信道中的传播速率(m/s)。
- 处理时延：主机或路由接到分组时分析处理的时间。
- 排队时延：分组进入路由器时，要先在输入队列中排队等待处理。
- 总时延=发送时延+传播时延+处理时延+排队时延。
- 某些情况下，速率低但是时延小的网络更优，比如打游戏时？
- **时延带宽积(bit)**=传播时延×带宽，代表整段链路上都“充满比特”时，存在多少个比特。
- 往返时间：重要的性能指标，因为互联网上的信息时双向交互的。
- 利用率：某网络有百分之几的时间是被利用(有数据通过)的。分为信道利用率和网络利用率。 $D = D_0 / (1 - U)$ ，其中 D_0 为空闲时时延， D 为当前时延， U 为利用率。

- OSI七层 / TCP-IP四层 / 五层结构 p30

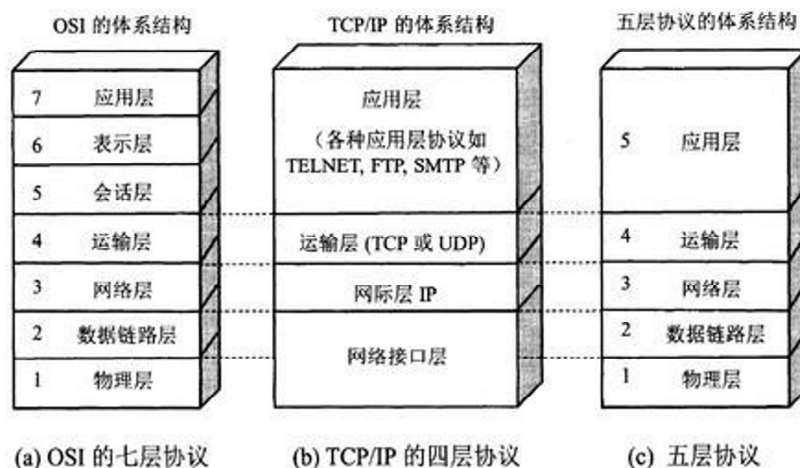
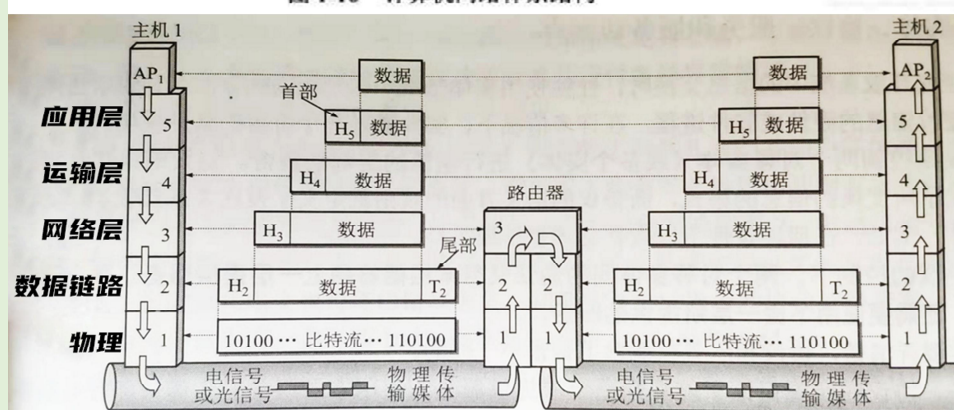


图 1-18 计算机网络体系结构



- MAC: 物理地址。6字节48位，第一字节最低第一位0单1多播，第二位0全球管理要花钱买。MAC地址在适配器的ROM中，而IP地址在计算机本体的存储器中。 p93
- CDMA: 码分多址。 p57

若给出某站码片序列和一段码片序列，问这段序列里该站发送发送了啥。如：

A站: $(-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)$ 求: $(-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)$

1. 将A站与要求的序列，每一位乘起来，得到序列 $(+1 -1 +3 +1 -1 +3 +1 +1)$
2. 将得到的新序列每一位加起来，再除以长度；得到 $8/8 = 1$
3. 若得到1则发送了1，得-1则发了0，得0则啥也没发。

- ADSL: 非对称用户线技术。用数字技术对现有模拟电话线改造，使之承担宽带业务。 p60
- FTTx: 光纤到x (户, 楼, 层, 桌) p65
- 奶子奈氏定理 p45

信道极限数据传输率 $C = R \cdot \log_2 M$ (bit/s)

R为码元速率(码元/秒)，M为码元种类。带宽W(单位Hz)与R的转换为 $R = 2W$ 。

- 香农公式 p46

信道极限数据传输率 $C = W \cdot \log_2(1 + S/N)$ (bit/s)

W为信道带宽(Hz)，S/N为信号与噪声的功率之比。

表明对于一个信道，带宽越大、信噪比越高，信息的极限传输速率就越高。

数据链路层

- PPP: 点对点协议。封装成帧(界定符0x7E)，透明传输(异步传输时使用字节填充，前插转义符0x7D；同步传输时零比特填充，5个1后插0。)，差错检测(仅丢弃出错的帧)。 p76

网桥/交换机
p99

- BER: **误码率**。如 10^{-10} 时代表平均传输 10^{10} 个比特出现一个比特差错。 p74
- CRC: 循环冗余检验。在数据01串后添加n位冗余码(帧检验序列FCS)。 p74

- 模二运算: 不考虑进位/借位, **减法按加法的规则运算**。 $0 \pm 0 = 0, 1 \pm 1 = 0, 1 \pm 0 = 1, 0 \pm 1 = 1$ 。
- 普通方法: 规定冗余码长度为n, 除数**P**。发送方在串末尾添加n个0, **模二除以n+1位的P**, 得到余数**R**, 将R替换添加的0。如原数据**101001**, $n=3$, $P=1101$ 。
 1. 发送方**101001000** ÷ **1101** = 110101...**001**。得实际发送的串为**101001001**。
 2. 接收方**101001001** ÷ **1101** = 110101...**0**。余数为**0**, 检验正确。
- 多项式法: 将冗余码转换为生成多项式 $P(X) = X^n + X^{n-1} \dots$, 即第y位为1时+ X^y , 如**1101** → $P(X) = X^3 + X^2 + 1$ (即 X^0)。

- PPPoE: 在以太网上运行PPP。将PPP帧再封装到以太网帧中。 p108
- MAC帧 p95

TCP报文			首部	应用层数据	
IP数据报		首部	< ===	===== >	
MAC帧	首部	< ===	=====	===== >	尾部

在某一网段上传递时, IP数据报的首部始终包含源IP地址和最终目的地址; MAC帧的首部只包含这一段起始和结束的机器的硬件地址。

- CSMA/CD: 载波多点接入/**碰撞检测**协议。 p85

适用于半双工总线型网络。监听到总线上电压变化超过阈值时判定发生碰撞。边发送边监听。争用期: 2τ , τ 为总线最大的端对端传播时延。争用期具体取 $51.2\mu s$, 对于10Mbit/s就是512比特时间。动态退避算法、强化碰撞见p88

最短帧: 求出往返所需时间t, 最短帧比特数为t*发送速率。如1km电缆数据率1Gb/s, 传播速率200000km/s。往返时间= $1km / (200000km/s) * 2 = 0.00001s$, 则最短帧为 $1,000,000,000 * 0.00001 = 10,000 \text{ bit}$ 。

碰撞发生在数据链路层以下, **广播**发生在网络层。因此:

集线器在物理层, 啥也干不了; 连接的各个端口在逻辑上依然是同一个总线网, 属于同一个碰撞域、广播域。

交换机在数据链路层, 收到MAC帧后会查表确定转发给指定端口, 因此各个接口属于不同碰撞域。但它看不见上层的IP数据报, 仍属于同一个广播域。

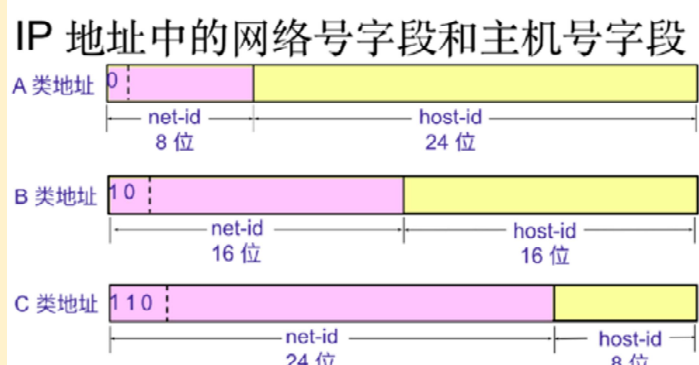
路由器在网络层, 处理IP数据报; 能为接口提供各自单独的碰撞域、广播域。

网络层

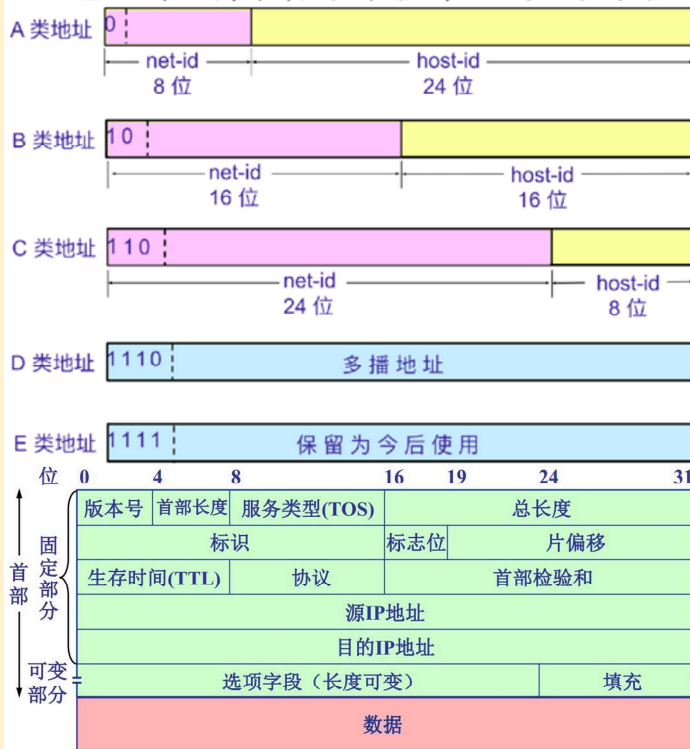
- IP: 网际协议。

路由器p116

- IPv4 p118



IP 地址中的网络号字段和主机号字段



• 子网 p135

subnet-id: 子网号。从主机号里划分出若干位加入到网络号里扩展网络号，而这若干位就是子网号。一般来说不能全0全1。

比如:
IP Address: 202.12.34.77
Netmask: 255.255.0.0
Subnet Mask: 255.255.255.0

对于Subnet Mask: 255.255.255.0来说,
我们可以认为:
Net ID and Subnet ID: 202.12.34
Host ID: 77

对于netmask: 255.255.0.0来说, 我们可以认为:
Net ID: 202.12
Host ID: 34.77
(接右边 →)

OK, 我们把上面的两个结论综合一下, 可以再一次划分:
Net ID: 202.12
Subnet ID: 34
Host ID: 77

详细计算方法见 **题目归纳**的实验七-子网掩码的划分
分组转发见 p141

• IPv6

- 长度为128位, 比IPv4长4倍, 地址空间扩大296。 p171
- 与IPv4的兼容技术: 双协议栈 和 隧道技术。 p176

• ARP: 地址解析协议。根据ip地址找硬件地址。 p124

• ICMP: 网际控制报文协议。用于差错报告, 提高交付成功率。如**PING命令**、**traceroute应用**使用了ICMP而不是TCP/UDP! p147

• IGMP: 网际组管理协议。注意与ICMP一字之差, C和G。

• RIP: 内部网关-路由信息协议。分布式基于距离向量的路由选择协议, 每个路由负责找到通往某个网络最少跳数的路径。使用UDP, 熟知端口520。 p153

• OSPF: 内部网关-开放最短路径优先协议。使用**IP数据报**而不是UDP/TCP, 首部协议字段值

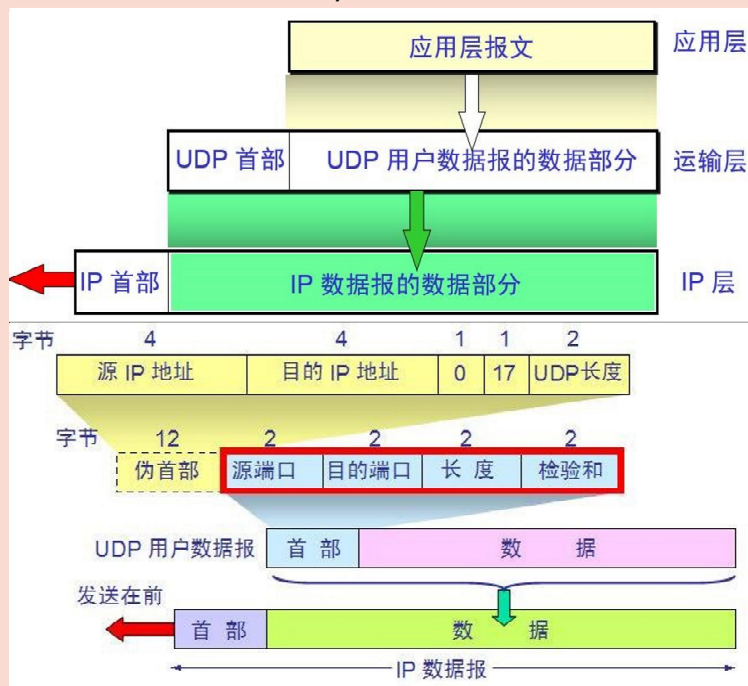
89; 便于减少通信量。 *p159*

- BGP: 外部网关-网关边界协议。四种报文: 打开(OPEN)、更新(UPDATE)、保活(KEEPLIVE)、通知(NOTIFICATION)。使用TCP。 *p163*

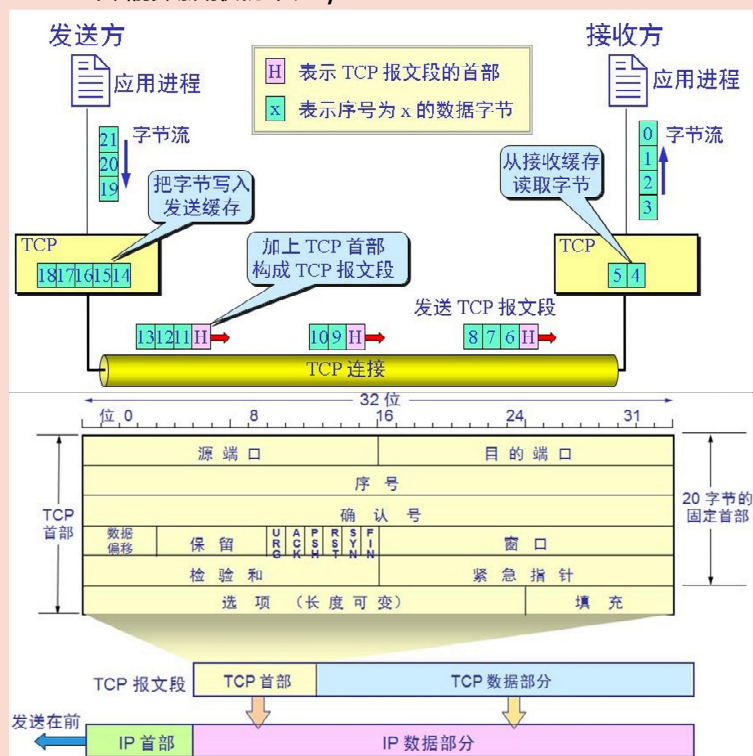
运输层

网关: 为两个不兼容的系统进行协议转换的硬件设备, 再网络层以上使用。

- UDP: 用户数据报协议。 *p208*



- TCP: 传输数据报协议。 *p210*



- 端口: *p206*

端口号2字节 16位, 0~65535。

熟知端口0~1023: FTP-21、DNS-53、HTTP-80、HTTPS-443。

登记端口1024~49151, 用于给没有熟知端口的应用程序, 需要按规定登记。

客户端端口/短暂端口49152~65535, 分配给客户端程序短暂使用。

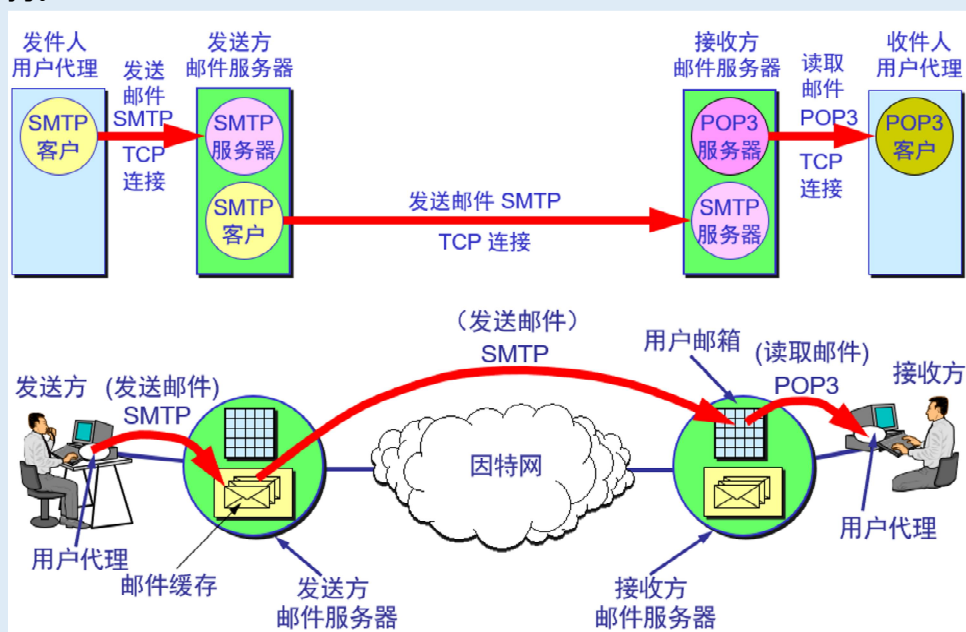
• DNS: 域名系统。p252

- 将互联网上的主机名字转换为IP地址，使用联机**分布式**数据库系统增加安全性。使用UDP运输。
- 域名从**后**往前是顶、二、三.....如jw.jluzh.edu.cn中的各级域名：

jw	jluzh	edu	cn
四 ，对应服务器主机名称	三 ，机构使用者自己管理	二 ，国家/大机构管理	顶 ，世界统一管理

- TELNET: 简单远程终端协议/终端仿真协议。使用TCP，本地为客户端、远地主机为服务端；能将本地击键传去远地，将远地的输出传回本地屏幕。p263
- DHCP: 动态主机配置协议。不同计算机使用同一个协议软件，用不同的参数来区分，给参数赋值叫协议配置。使用UDP。p295
- SNMP: 简单网络管理协议。使用UDP。p297,p304
- NFS: 网络文件系统。访问网络上别处的文件。使用UDP。p???
- PING: 分组网间探测。测试两台主机的连通性。注意使用的是网络层ICMP协议而不是TCP/UDP。一连发送4个ICMP回送请求报文，根据报文的时间戳计算往返时间。p149
- Traceroute: 用于跟踪一个组从源点到终点路径的应用程序。使用ICMP而不是TCP/UDP。p150
- HTTP: 超文本传输协议。使用TCP。p266
- FTP: 文件传送协议。使用TCP。要操作文件时先从远地复制整个文件，在本地修改它的副本，在传去原节点。主进程使用熟知端口号21开启服务器，用端口20传送数据，为多个客户提供服务。p260
- TFTP: 简单文件传输协议。类似FTP，但使用UDP，只支持传输不支持远程修改。p262
- 电子邮件: p284

- SMTP: 简单邮件发送协议。熟知端口25，使用TCP。
- POP3、IMAP: 邮件读取协议。IMAP更复杂，功能多。
- MIME: 通用互联网邮件扩充协议。添加中文等语言、可执行文件等二进制数据的传送支持。



应用层使用的运输层协议

UDP	TCP	其他
RIP DHCP SNMP NFS	SMTP TELNET FTP HTTP BGP	OSPF (IP协议) PING (ICMP)

快速二进制转换

1. 记住下表:

128	64	32	16	8	4	2	1
-----	----	----	----	---	---	---	---

2. 二转十, 如 10101100:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	0	1	1	0	0

则 $128+32+8+4=172$ 。

3. 十转二, 如 235:

$235-128=107$; $107-64=43$; $43-32=11$; $11-16=$ 减不了, $11-8=3$, $3-4=$ 减不了, $3-2=1$, $1-1=0$ 。

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	0	1	0	1	1

则11101011。