

附录

- 附1 互联网上便捷的资源
- 附2 IP地址分类（A、B、C类）相关基础知识
- 附3 物理层
- 附4 传输介质相关基础知识
- 附5 插页导图

附 1

互联网上便捷的资源

附 1.1 国际

■ IETF (The Internet Engineering Task Force)

- <http://www.ietf.org/>

IETF (Internet 工程任务组) 的主页。主要介绍对 TCP/IP 协议进行标准化的工作组, 及发布邮件组的注册方法等信息。也可以从该网站获取 RFC 和 Internet-Draft。该站点还列出了 IAB、Internet Society 等的链接。

■ ISOC (Internet Society)

- <http://www.isoc.org/>

ISCO (互联网协会) 的主页。是进行 TCP/IP 协议标准化活动的 IETF 的上层机构。

■ IANA (Internet Assigned Numbers Authority)

- <http://www.iana.org/>

IANA (互联网数字分配机构) 的主页。关于 TCP/IP 中使用到的各种编号如协议编号、端口号等信息进行管理。它提供注册申请端口号的页面。

■ ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)

- <http://www.icann.org/>

ICANN (互联网名称与数字地址分配机构) 的主页。通过该网站可以获取 IP 地址、域名分配等相关的信息。

■ InterNIC

- <http://www.internic.net/>

InterNIC (国际互联网络信息中心) 的主页。该机构管理 .com, .edu, .net, .org 等域名。

■ ITU (International Telecommunication Union)

- <http://www.itu.int/>

ITU (国际电信联盟) 的主页。提供 ITU 标准文档的有偿配送服务。

■ ISO (International Organization for Standardization)

- <http://www.iso.org/>

ISO (国际标准化组织) 的主页。提供 ISO 标准文档的有偿配送服务。

■ IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

- <http://www.ieee.org/>

IEEE (电气电子工程师学会) 的主页。提供 IEEE 标准文档的有偿配送服务。

■ ANSI (American National Standards Institute)

- <http://www.ieee.org/>
ANSI (美国国家标准学会) 的主页。

▣ 附 1.2 日本

■ JPNIC

- <http://www.nic.ad.jp/>
JPNIC (日本互联网络信息中心) 的主页。发布如何申请 IP 地址相关信息。

■ JPRS

- <http://jprs.jp/>
JPRS (日本注册服务有限公司) 的主页。发布注册日本域名相关信息。

■ IAJAPAN

- <http://www.iajapan.org/>
IAJAPAN (日本互联网协会) 的主页。

■ WIDE

- <http://www.wide.ad.jp/>
WIDE 项目的主页。发布 WIDE 项目正在进行的研究活动的相关信息。

■ IPv6 普及与推进协会

- <http://www.v6pc.jp/>
IPv6 普及·推进协议的主页地址。

附 2

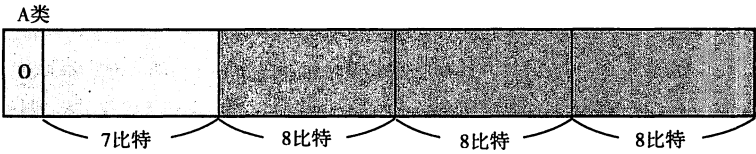
IP 地址分类（A、B、C 类）相关基础知识

针对传统的 IP 地址分类进行详细介绍。主要包括 A 类、B 类和 C 类地址相关信息。

附 2.1 A 类

A 类地址的网络地址部分占 8 比特，主机地址占 24 比特。

附图 1
A 类



IP 地址第一位的值为 0 时属于 A 类地址，因此其网络地址分布为：

| 00000000 (0) | → | 01111111 (127) |

在 0 到 127 总共 128 个网络地址中 0 和 127 被保留，因此只有 $128 - 2 = 126$ 个可用的网络地址。

00000000. 00000000. 00000000. 00000000 (0.0.0.0)	保留
00000001. 00000000. 00000000. 00000000 (1.0.0.0)	可用
↓	
01111110. 00000000. 00000000. 00000000 (126.0.0.0)	可用
01111111. 00000000. 00000000. 00000000 (127.0.0.0)	保留

主机地址在网络地址之后，因此它是从第 9 比特开始到第 32 比特的 24 比特数字。主机地址的分布为：

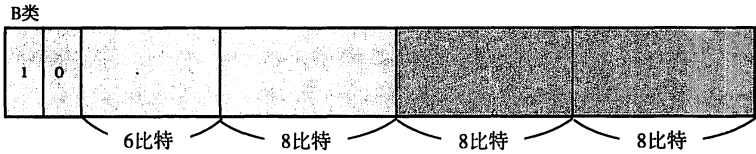
| 00000000. 00000000. 00000000 | → | 11111111. 11111111. 11111111 |

相当于 $2^{24} = 16777216$ 个地址。其中全部为 0 和全部为 1 的地址已经是保留地址。因此 A 类 IP 地址的一个网络地址可以分配 16777214 个主机地址。

附 2.2 B 类

B 类地址的网络地址部分占 16 比特，主机地址占 16 比特。

附图 2
B 类



IP 地址前两位的值为 10 时属于 B 类地址，因此其网络地址分布为：

| 10000000. 00000000 (128.0) | → | 10111111. 11111111 (191.255) |

由于前两位固定为 10，后面 14 位可以有 $2^{14} = 16384$ 个组合。在这 16384 个地址中 128.0 和 191.255 属于保留地址，因此实际 B 类的网络地址最多可以有 16382 个。

10000000. 00000000. 00000000. 00000000 (128.0.0.0)	保留
10000000. 00000001. 00000000. 00000000 (128.1.0.0)	可用
↓	
10111111. 11111110. 00000000. 00000000 (191.254.0.0)	可用
10111111. 11111111. 00000000. 00000000 (191.255.0.0)	保留

主机地址在网络地址之后，因此它是从第 17 比特开始到第 32 比特的 16 比特数字。主机地址的分布为：

|00000000.00000000| → |11111111.11111111|

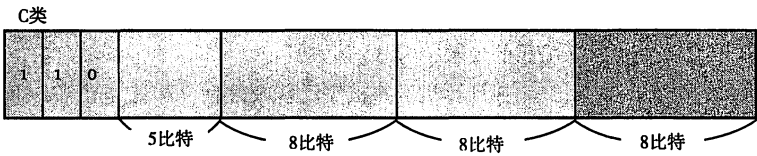
相当于 $2^{16} = 65536$ 个地址。其中全部为 0 和全部为 1 的地址已经是保留地址。因此 B 类 IP 地址的一个网络地址可以分配 65534 个主机地址。

附 2.3 C 类

C 类地址的网络地址部分占 24 比特，主机地址占 8 比特。

附 图 3

C 类



IP 地址前三位的值为 110 时属于 C 类地址。因此其网络地址分布为：

11000000. 00000000. 00000000 (192.0.0)
↓
11011111. 11111111. 11111111 (223.255.255)

由于前三位固定为 110，后面 21 位可以有 $2^{21} = 2097152$ 个组合。在这 2097152 个地址中 192.0.0 和 223.255.255 属于保留地址，因此实际 C 类的网络地址只有 $2097152-2=2097150$ 个可用地址。

11000000. 00000000. 00000000. 00000000 (192.0.0.0)	保留
11000000. 00000001. 00000001. 00000000 (192.0.1.0)	可用
↓	
11011111. 11111111. 11111110. 00000000 (223.255.254.0)	可用
11011111. 11111111. 11111111. 00000000 (223.255.255.0)	保留

因为主机地址在网络地址之后，所以它是从第 25 比特开始到第 32 比特的 8 比特数字。主机地址的分布为：

|00000000| → |11111111|

相当于 $2^8 = 256$ 个地址。其中全部为 0 和全部为 1 的地址是保留地址。因此 C 类 IP 地址中一个网络地址可以分配 254 个主机地址。

附 3

物理层

附 3.1 物理层相关基础知识

通信最终通过物理层实现传输。即，本书中提及的从数据链路层到应用层的数据包发送都要通过物理层才能送达目标地址。

物理层通过把上层的比特流（0、1 的二进制流）转换为电压的高低、灯光的闪灭等物理信号，将数据传输出去。而接收端收到这些物理的信号以后在将这些电压的高低、灯光的闪灭恢复为比特流（0、1 的二进制流）。因此，物理层的规范中包括比特流转换规则、缆线结构和质量以及接口形状等。

公司或家庭内部的网络一般由以太网或无线局域网构成。这些网络连接到互联网时得向通信运营商或互联网提供商提出申请。这些服务提供商可以提供模拟电话、移动电话·PHS、ADSL、FTTH、有线电视以及专线等线路服务。

上述众多通信线路在传输方式上大体可以划分为模拟[▼]和数字[▼]两种。其中，模拟方式中传感器采集得到的是连续变化的值，而在数字方式中传输的是将模拟数据经量化（0、1）后得到的离散的值。由于计算机采用二进制表示数值，因此采用的是数字方式。

在计算机网络被广泛普及之前，模拟电话曾一度盛行[▼]。虽然模拟信号力图模拟存在于自然界的事物现象，但是对于计算机来说进行直接处理是一件非常困难的事情。由于模拟信号连续变化，它的值有一定的模糊性。由于在远距离传输中它的值容易发生变化，因此在计算机之间的通信当中基本未能得到广泛使用[▼]。

现如今，数字通信方式已经得到普及。数字通信中没有含糊不清的值，即使在较长距离之间传递，数据的值也不易发生变化[▼]，使得计算机变得更具亲和力。TCP/IP 中全部使用数字通信方式。

数字化已不再局限于通信行业，在现代人的生活当中，几乎所有事物都朝着数字化方向发展。例如 CD、DVD、MP3 播放器、数码相机、地面数字播放等。以前一直使用模拟方式传输音频和视频，现已逐渐转为数字方式。这一切都与 TCP/IP 的发展息息相关。

附 3.2 0/1 编码

物理层最重要的作用就是将计算机中的比特流与电压的高低、灯光的闪灭之间的转换。发送端将 0、1 比特流转换为电压的高低、灯光的闪灭。接收端与之相反，需要将电压的高低、灯光的闪灭转换回 0、1 比特流。附图 4 即展示了这种转换方式。不过像 MTL-3 那种 3 层阶段信息在电气中可以实现，但在光的闪灭中无法实现。

使用 100BASE-FX 等电缆的 NRZI 中，如果出现连续的 0 就无法分割不同的比特流[▼]。为避免这种问题，使用 4B/5B 技术将其转换、发送。它是指每 4 个比特数据插入一个附加比特将其置换成为一个 5 比特符号的比特流以后再进行发送处理的意思。在这个 5 比特流中必定有一位为 1，从而可以避免出现连续 4 比特以上为 0 的情况。由于这种转换，使得 100Base-FX 虽然在数据链路层面的传输速率

▼ Analog。通过连续变化的量表示某个量的方法。例如带指针的手表中通过指针的转动表示具体的时刻。

▼ Digital。通过除 0 或 1 之外没有其他中间值的离散数值表示某个量的方法。例如电子手表中用数字表示具体的时刻，但是对于秒与秒之间的信息没有任何值可以表示。

▼ 以前的模拟电话中通过连续的气压的震动表示声音，并将其转换成连续的电压变化进行传输。

▼ 使用调制解调器（MODEM：Modulator-DEModulator）可以将模拟信号转换为数字信号。它可以将数字信号在模拟线路上进行传输（Modulation），也可以把从模拟线路上收到的信号恢复成为数字信号。

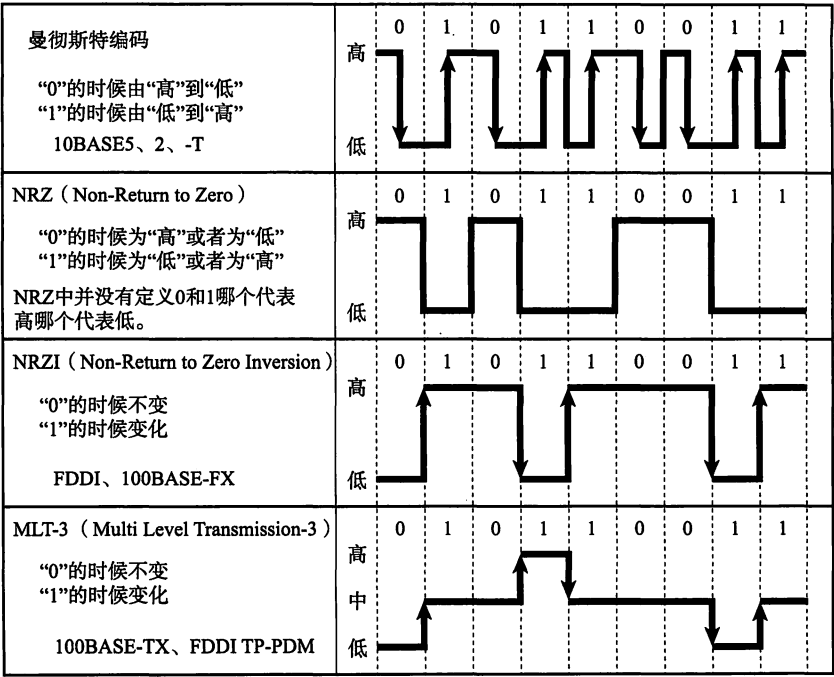
▼ 由于距离限制，必须通过中继器进行延长。此外，如果再有噪声干扰，可能会破坏正在发送的数据，此时就需要在上一层进行 FCS 或使用校验和进行错误检查。

▼ 例如，接收方无法区分 0 是持续了 999 个比特，还是 1000 个比特。

为 100Mbps，但在物理层却为 125Mbps。除了 4B/5B 转换之外，类似地还有 8B/6T、5B6B 以及 8B10B 等转换方法。

图 4

主要编码方式



附 4

传输介质相关基础知识

一台计算机连网时总是需要一个物理的介质。这种物理介质不仅包括同轴电缆、双绞线、光纤等有线介质，还包括电磁波、红外线等无线连接介质。

附 4.1 同轴电缆

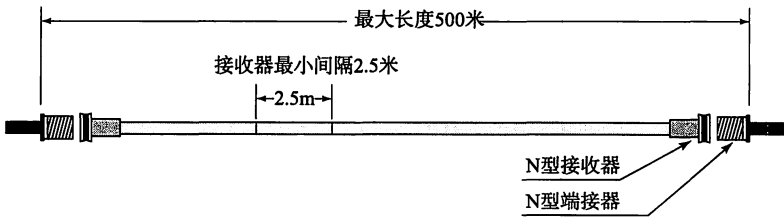
▼ Mbps 是 Mega Bits Per Second 的缩写。它是指 1 秒可传输大约 10 的 6 次方比特数据的单位。

▼ 10BASE5 以前也叫粗缆以太网。

▼ 10BASE2 以前也叫细缆以太网。

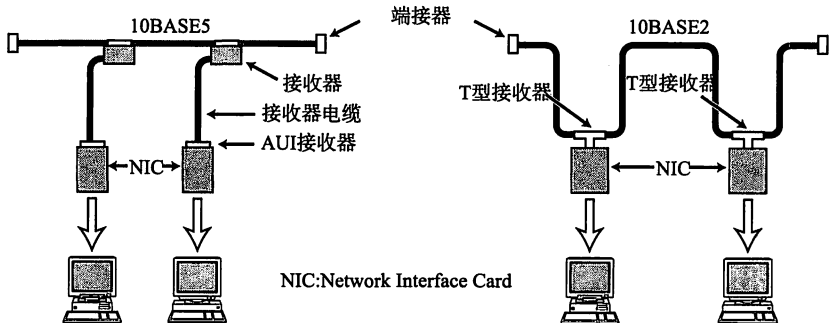
附图 5

以太网电缆（10BASE5）



附图 6

10BASE5 与 10BASE2 的网络构成



10BASE5中使用的Thick Coax线缆（粗同轴线缆）。它通过接收器、接收器电缆、NIC与设备连接。

10BASE2中使用的Thin Coax线缆（细同轴线缆）。它通过T型连接器与NIC和设备连接。

与之相比，10BASE2 通过 BNC（也叫 T 型连接器）与设备连接，但是新增线路时需要切断电缆。

附 4.2 双绞线

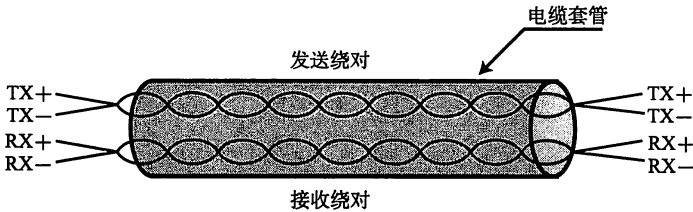
▼ 双绞线电缆（Twisted Pair Cable）也叫双绞线。

双绞线电缆▼是将成对的导线封装在一个绝缘外套中而形成的一种传输介质。比一般导线更可以减少噪声干扰、抑制缆线内数据流动信号的衰减。它可以分为很多种类型，是目前以太网（10BASE-T、100BASE-TX、1000BASE-T）最常用的一种布线材料。

■ 信号传输方式

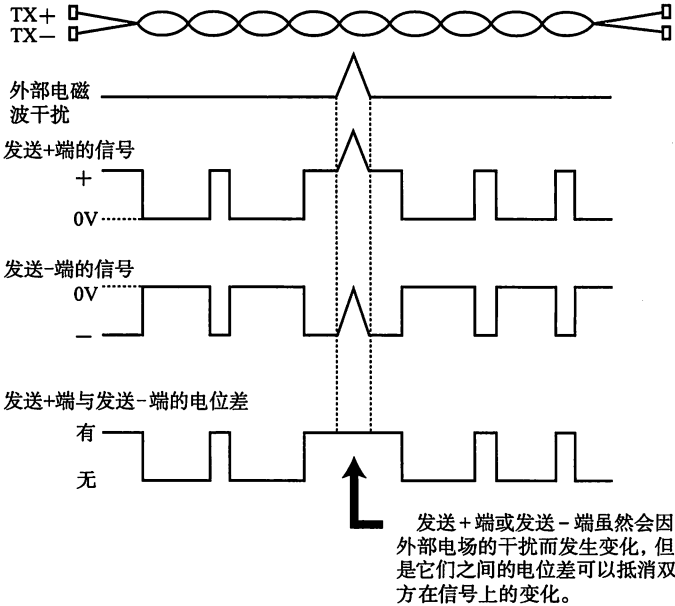
用双绞线传输信号有两种方式。一是以 RS-232C 为代表的单端信号传输。它是指相对于地信号（0 伏）将二进制流对应的电压变化通过一根线进行传输。另一种是以 RS-422 为代表的，差分信号传输。它不需接地信号，而是将原来的单端信号进行差分变化。变化后是一个和原信号相同（发送数据+）、一个与原信号相反（发送数据-）的两组信号。将这两组信号通过一对线缆（一个绕对）传输，可以对信号的变化相互抵消，从而可以提高抗干扰能力。此外，由于不使用接地信号，而是通过发送数据+与发送数据-之间的电位差进行信号变化的判断，因此可以提高对来自外界电场干扰（噪声）的耐性。使用双绞线的以太网即第二种差分信号传输方式。

附 4-7
双绞线构造



分为发送绕对（Transmit Pair）和接收绕对（Receive Pair）进行通信。此处，TX表示发送。TX+表示发送数据+，TX-表示发送数据-。RX表示收消息。

附 4-8
双绞线的信号传输方式



■ 双绞线的种类

双绞线分为屏蔽双绞线（Shielded Twisted Pair，STP）和非屏蔽双绞线（Unshielded Twisted Pair，UTP）。UTP 的电缆套管内只由一对对线缆构成的一种数据传输线。而 STP 的电缆套管与一对对线缆之间增加了一个绝缘的金属屏蔽层，它可以通过一端或两端接地防止电磁干扰或辐射。

STP 虽然比 UTP 抗干扰能力更强，但是布线复杂和价格昂贵是它的主要

▼ Category 的首三位字母。这是由指定的双绞线规格。CAT 值越高，传输速率越高。

表 4-1
具有代表性的双绞线类型

缺点。

根据网路的不同种类，可以选择不同类型的双绞线。这些类型中包括 1000BASE-TX、FDDI、ATM 等以 100Mbps 为传输目标的网络中使用的 CAT[▼] 5，以及 1000BASE-T 中使用的增强型 CAT5 或 CAT6。

CAT 类型	传输速率	所被使用的数据链路
CAT3	~ 10Mbps	10BASE-T
CAT4	~ 16Mbps	令牌环
CAT5	~ 100Mbps/150Mbps	100BASE-TX、ATM (OC-3)、FDDI
增强型 CAT5	~ 1000Mbps	1000BASE-T
CAT6	~ 10Gbps	10GBASE-T

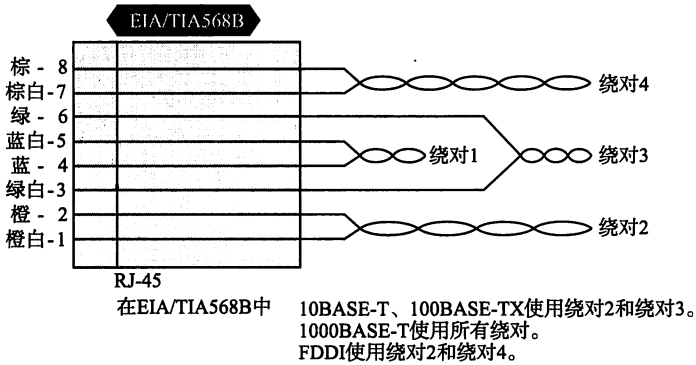
■ 双绞线的绕对组合

通常，两条铜线组成一个绕对，再以四个绕对（八条铜线）为一组用套管包成一条电缆成为一根双绞线。线缆两端的连接器可以插入交换机、集线器和配线器连接通信设备。如前面小节所介绍，双绞线采用差分信号传输方式时可以发挥较好的效率。因此，线缆连接连接器时哪个绕对连接哪个连接点至至关重要。

▼ EIA/TIA568B 是楼宇中配线的规格。所谓的 CATn 也是以此规格定义的。

线缆的绕对跟连接点之间的关系有很多中规格。以太网中使用 EIA/TIA568B[▼]（AT&T-258A）的连接方法，它们实际的连接方式如附图-9 所示。

图 4-9
双绞线绕对的组合方式



附 4.3 光纤电缆

光纤主要用于以下几种场景：为了实现使用同轴电缆和双绞线电缆无法实现的数公里远距离连接；为了防止噪声等电磁干扰；为了实现高速传输[▼]。

▼ 以太网中使用 UTP 时，只允许交换机到设备之间的电缆最长为 100 米。而且 UTP 和 STP 的导线有时会受到雷电影响。然而使用光纤就不会存在这些问题。

通常，实现 100Mbps 左右的通信可以采用多模光纤。如果要想实现更高的传输速率就得使用单模光纤。前者的光纤芯径由 50 微米到 100 多微米不等，而后者的光纤芯径仅为数微米，对制造工艺的要求相当高。

光纤相比其他传输介质，连接方法相对复杂，需要专门的技术和设备。当然，价格不菲也是它的特点。因此，采用光纤搭建网络时，应该充分考虑搭建现有网络时所用到的连接介质、铺设线路数目以及未来的设备增加和可扩展性。

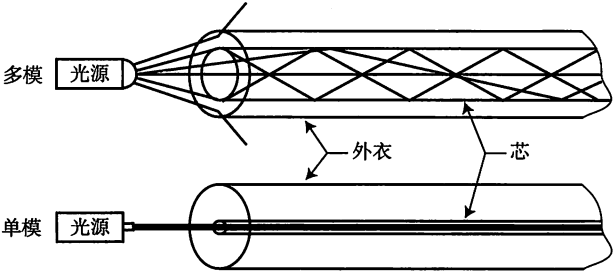
▼ WDM (Wavelength Division Multiplexing) 是指波分复用的意思。

光纤不仅用于 ATM、千兆以太网、FTTH 等网络中，随着 WDM[▼] 等技术的出现，它作为支撑未来网络的传输介质而崭露头角。

WDM（波分复用）是将不同波长的光载波信号汇合到同一根光纤中进行传输的技术。根据这个技术，未来网络可以从 Gbps 一跃达到 Tbps 的传输速率。WDM 网络中没处理转换为电子信号的路由器或光线，而是使用原封不动发光信号的光交换机。

■ 多模与单模光纤

多模将 LED 等光源的光折射到光纤中心进行传输，而单模利用激光直接在纤细的光纤上进行传输。多模的芯径可粗，易于制作，也可以降低施工成本。不过单模可以进行更远距离的高速传输。



附图 10
多模与单模

▼附 4.4 无线

无线利用空气中的电磁波传输数据。和移动电话、电视机的遥控器一样不需要任何线缆。

电磁波随其波长的不同，性质也发生变化。从短到长可以排列为 γ 线、X 线、紫外线、可见光、红外线、远红外线、微波、短波、中波、长波等不同用途的电磁波。微波以上的电磁波又统称为无线电波。

在计算机网络的无线通信中经常使用的电磁波是红外线和微波。红外线常用于个人电脑之间或智能手机与个人电脑之间进行 IrDA（Infrared Data Association，红外数据组织）等通信中，不过它只能用于近距离传输。

微波比短波的波长还要小，指向性更强。因此，多用于连接两点之间通信线路或轨道卫星的连接中。这种无线通信技术可以通过在无法使用实体线缆的孤岛或山峰上架设天线即可实现通信。因此，在近几年对它的应用有所上升。

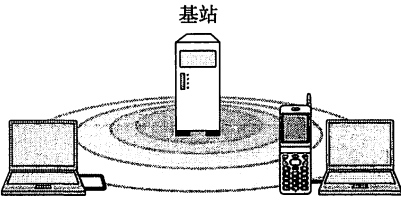
在无线 LAN 中利用 2.4GHz 的超短波频段进行通信。因为无线电波传播范围较广，所以当频段相近时又容易发生干扰，影响正常通信。因此，在使用无线电波进行传输时，必须谨慎管理好频段。由于发送相同无线电波会使得最终无法正常通信，有时需要限制其输出和使用环境，甚至还要求具有相应的许可证或通知文件▼才可发送。

有一些长距离的无线通信，不需要许可证。例如使用激光这种可见光就不需要。激光的安全性高而且易于处理，但是由于它的指向性相对较高，应时刻防止设备被强风等改变位置。

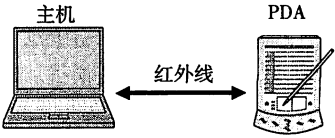
▼无线 LAN 使用的 2.4GHz 不需要有许可证。

附图 1

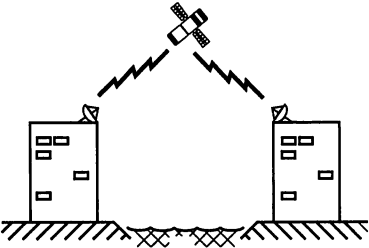
无线连接



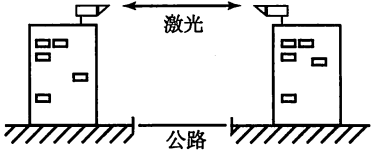
使用传播范围广的无线电波。
(无线LAN、移动电话等)



使用微波直接进行通信。



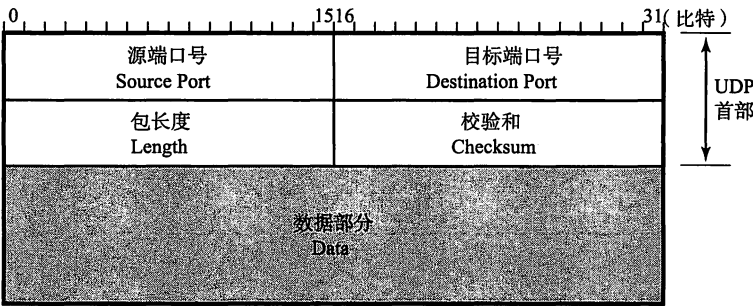
通过卫星进行通信。
(适合于广播)



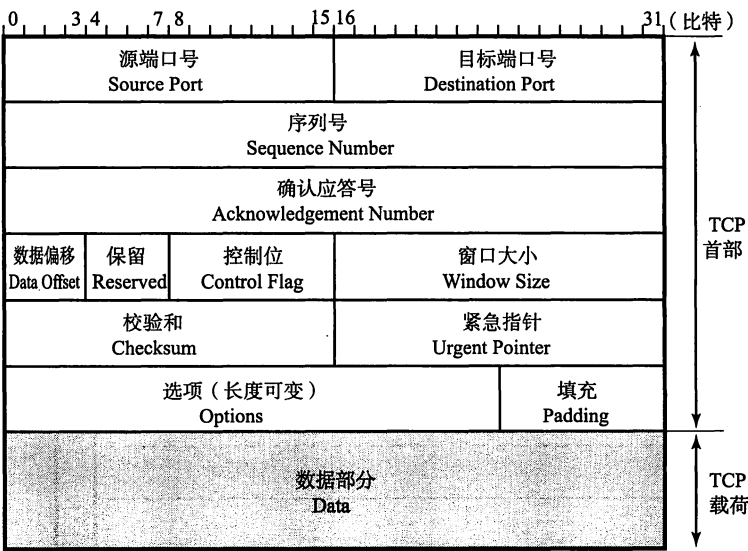
激光中使用可见光和红外线。

附 5插页导图

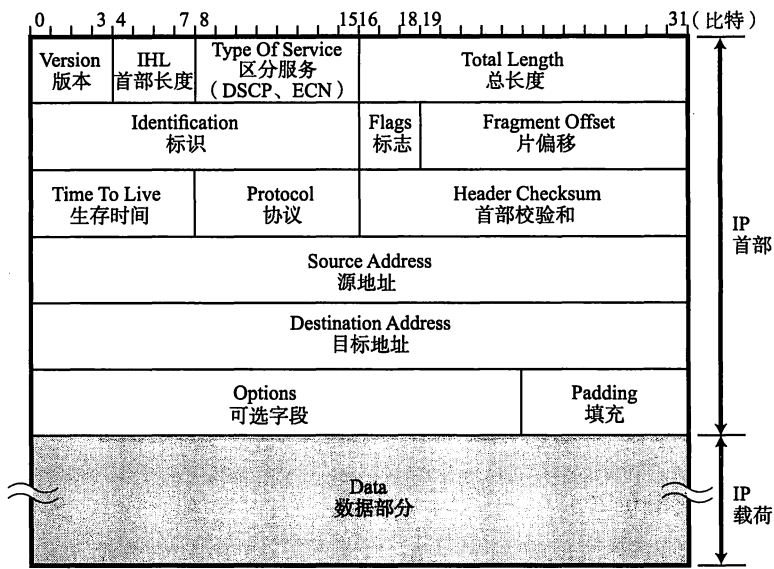
UDP 首部格式（同图 6.24）



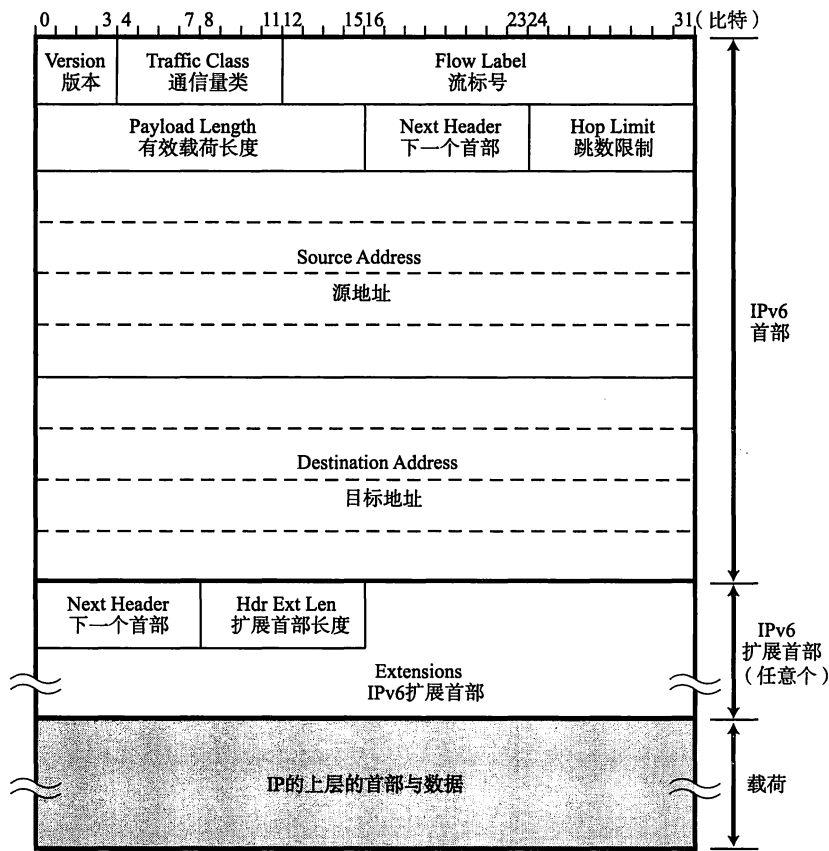
TCP 首部格式（同图 6.26）



IPv4 首部格式 (同图 4.31)

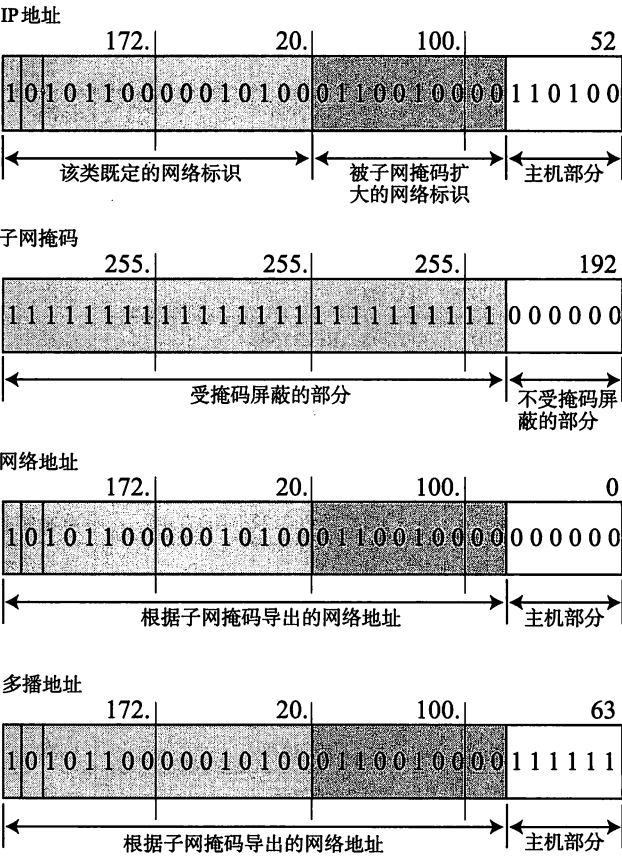


IPv6 首部格式 (同图 4.33)



■ IP 地址结构（参考本书 4.3.6 节子网与子网掩码）

假定有一个B类的IP地址定义了10位子网掩码。



■ IPv6 地址结构（同表 4.3）

未定义	0000 ... 0000（128 比特）	:: /128
环回地址	0000 ... 0001（128 比特）	:: 1/128
唯一本地地址	1111 110	FC00:: /7
链路本地单播地址	1111 1110 10	FE80:: /10
多播地址	1111 1111	FF00:: /8
全局单播地址	（其他）	

■ 具有代表性的 RFC (同表 2.2)

协议	STD	RFC	状态
IP (v4)	STD5	RFC 791、RFC919、RFC922	标准
IP (v6)		RFC2460	草案标准
ICMP	STD5	RFC792、RFC950	标准
ICMPv6		RFC4443	草案标准
ND for IPv6		RFC4861	草案标准
ARP	STD37	RFC826	标准
RARP	STD38	RFC903	标准
TCP	STD7	RFC793、RFC3168	标准
UDP	STD6	RFC768	标准
IGMP (v3)		RFC3376	提议标准
DNS	STD13	RFC1034、RFC1035	标准
DHCP		RFC2131、RFC2132、RFC3315	草案标准
HTTP (v1.1)		RFC2616	草案标准
SMTP		RFC5321	草案标准
	STD10	RFC821、RFC1869、RFC1870	标准
POP (v3)	STD53	RFC1939	标准
FTP	STD9	RFC959、RFC2228	标准
TELNET	STD8	RFC854、RFC855	标准
SNMP	STD15	RFC1157	历史性
SNMP (v3)	STD62	RFC3411、RFC3418	标准
MIB-II	STD17	RFC1213	标准
RMON	STD59	RFC2819	标准
RIP (v2)	STD34	RFC1058	历史性
RIP (v2)	STD56	RFC2453	标准
OSPF (v2)	STD54	RFC2328	标准
EGP	STD18	RFC904	历史性
BGP (v4)		RFC4271	草案标准
PPP	STD51	RFC1661、RFC1662	标准
PPPoE		RFC2516	信息性
MPLS		RFC3031	提议标准
RTP	STD64	RFC3550	标准
主机实现要求	STD3	RFC1122、RFC1123	标准
路由器实现要求		RFC1812、RFC2644	提议标准