

1 网络工程基础部分

1.1 计算机网络体系结构的基本概念

计算机网络，是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下，实现资源共享和信息传递的计算机系统的集合。

一个完整的计算机网络需要有一套复杂的协议集合，组织复杂的计算机网络协议的最好方式就是层次模型。而将计算机网络层次模型和各层协议的集合定义为计算机网络体系结构（Network Architecture）。

因此通常所说的计算机网络体系结构，即指在世界范围内统一协议，制定软件标准和硬件标准，并将计算机网络及其部件所应完成的功能精确定义，从而使不同的计算机能够在相同功能中进行信息对接。

1.1.1 OSI/RM 七层模型组成与功能

由上可知，计算机网络就是通过线路把各种计算机设备、网络设备进行互联，实现资源共享和信息传递。由于各个生产厂家产品的编码以及规范不一致，导致互联时出现很多问题。OSI（Open Source Initiative，又译作开放源代码促进会、开放原始码组织）是一个旨在推动开源软件发展的非盈利组织。它提出了一个网络系统互联模型——OSI 参考模型（OSI/RM，Open System Interconnection Reference Model，全称是开放系统互联参考模型）。这个模型提供分析、评判各种网络技术的依据，揭开了网络的神秘面纱，让其有理可依，有据可循，如图 1-1 所示。

建立七层模型（OSI 模型）的主要目的是解决异种网络互联时所遇到的兼容性问题。它的最大优点是将服务、接口和协议这三个概念明确地区分开来：服务说明某一层协议为上一层提供一什么功能，接口说明上一层协议如何使用下层的服，而协议本身涉及如何实现本层的服。这样各层之间具有很强的独立性，互连网络中各实体采用什么样的协

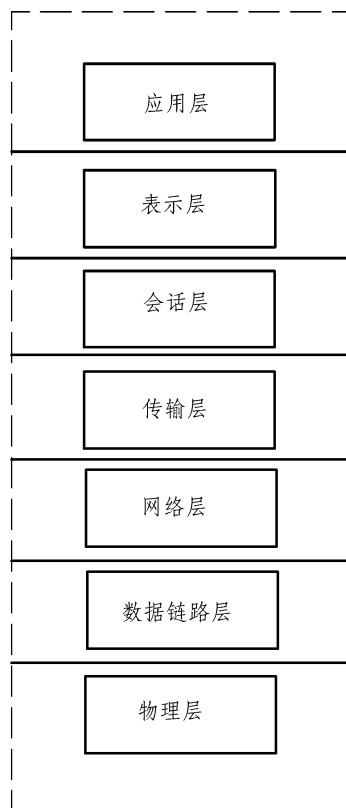


图 1-1 OSI 七层模型

议是有限制的，只要向上提供相同的服务并且不改变相邻层的接口就可以了。七层网络协议的划分也是为了使网络的不同功能模块（不同层次）分担起不同的职责，从而带来以下好处：① 减轻问题的复杂程度，一旦网络发生故障，可迅速定位故障所处层次，便于查找和纠错；② 在各层分别定义标准接口，使具备相同对等层的不同网络设备能实现互操作，且各层之间则相对独立，一种高层协议可放在多种低层协议上运行；③ 能有效刺激网络技术革新，因为每次更新都可以在小范围内进行，不需对整个网络动“大手术”；④ 便于研究和教学。

网络分层体现了在许多工程设计中都具有的结构化思想，是一种合理的划分。

1. 物理层

物理层是 OSI 的第一层，它虽然处于最底层，却是整个开放系统的基础。物理层为设备之间的数据通信提供传输媒体及互联设备，为数据传输提供可靠的环境。

物理层的主要功能有：

（1）为数据端设备提供传送数据的通路。数据通路可以是一个物理媒体，也可以由多个物理媒体连接而成。一次完整的数据传输包括激活物理连接、传送数据、终止物理连接。所谓激活，就是不管有多少物理媒体参与，都要将通信的两个数据终端设备连接起来，形成一条通路。

（2）传输数据。物理层要形成适合数据传输需要的实体，为数据传送服务：① 要保证数据能在其上正确通过，② 要提供足够的带宽（每秒钟内能通过的比特数），以减少信道上的拥塞。传输数据的方式能满足点到点，一点到多点，串行或并行，半双工或全双工，同步或异步传输的需要。

物理层的主要设备：中继器、集线器。

产品代表：TP-LINK TL-HP8MU 集线器，如图 1-2 所示。



图 1-2 TP-LINK TL-HP8MU 集线器

2. 数据链路层

数据链路层是 OSI 的第二层，上一层（物理层）要为终端设备间的数据通信提供传输媒体及其连接。媒体是长期的，连接是有生存期的。在连接生存期内，收发两端可以进行不等的一次或多次数据通信。每次通信都要经过建立通信联络和拆除通信联络两个过程。这种建立起来的数据收发关系就叫做数据链路。而在物理媒体上传输的数据难免受到各种不可靠因素的影响而产生差错，为了弥补物理层上的不足，为上层提供无差错的数据传输，链路层就要能对数据进行检错和纠错。数据链路的建立、拆除，对数据的检错、纠错是数据链路层的

基本任务。在这一层，数据的单位称为帧（frame）。

数据链路层的主要功能有：

（1）链路连接的建立、拆除、分离。

（2）帧定界和帧同步。链路层的数据传输单元是帧，协议不同，帧的长短和界面也有差别，但无论如何必须对帧进行定界。

（3）顺序控制，指对帧的收发顺序的控制。

（4）差错检测和恢复，还有链路标识、流量控制等。差错检测多用方阵码校验和循环码校验来检测信道上数据的误码，而帧丢失等用序号检测。各种错误的恢复则常靠反馈重发技术来完成。

数据链路层协议的代表包括：SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

数据链路层的主要设备：二层交换机、网桥。

产品代表：D-Link DES-1024D，如图 1-3 所示。



图 1-3 D-Link DES-1024D

3. 网络层

网络层的产生是网络发展的结果。在联机系统和线路交换的环境中，网络层的功能没有太大意义。当数据终端增多时，它们之间有中继设备相连，此时会出现一台终端要求不只是与唯一的一台而是和多台终端通信的情况，这就产生了把任意两台数据终端设备的数据链接起来的问题，也就是路由或者叫寻径。另外，当一条物理信道建立之后，若仅被一对用户使用，往往有许多空闲时间被浪费掉。为了让多对用户共用一条链路，于是出现了逻辑信道技术和虚拟电路技术。

在计算机网络中进行通信的两个计算机之间可能会经过很多个数据链路，也可能还要经过很多通信子网。网络层的任务就是选择合适的网间路由和交换结点，确保数据及时传送。网络层将数据链路层提供的帧组成数据包，包中封装有网络层包头，其中含有逻辑地址信息——源站点和目的站点地址的网络地址。在这一层，数据的单位称为数据包（packet）。

网络层主要功能有：

（1）路由选择和中继。

（2）激活、终止网络连接。

- (3) 在一条数据链路上复用多条网络连接，多采取分时复用技术。
- (4) 差错检测与恢复。
- (5) 排序，流量控制。
- (6) 服务选择。
- (7) 网络管理。

网络层协议的代表包括：IP、IPX、RIP、OSPF 等。

网络层的主要设备：路由器、网关。

产品代表：TP-LINK TL-R4148，如图 1-4 所示。



图 1-4 TP-LINK TL-R4148

4. 传输层

传输层是两台计算机通过网络进行数据通信时，第一个端到端的层次，具有缓冲作用。当网络层服务质量不能满足要求时，它将服务加以提高，以满足高层的要求；当网络层服务质量较好时，它只用做很少的工作。传输层还可进行复用，即在一个网络连接上创建多个逻辑连接。传输层也称为运输层，只存在于端开放系统中，介于低 3 层通信子网系统和高 3 层之间，是很重要的一层。因为它是源端到目的端对数据传送进行控制从低到高的最后这一层。在会话层及以上的高层次中，数据传送的单位不再另外命名，统称为报文。会话层不参与具体的传输，它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制，如服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

此外传输层还要具备差错恢复、流量控制等功能，以此对会话层屏蔽通信子网在这些方面的细节与差异。传输层面对的数据对象已不是网络地址和主机地址，而是与会话层的界面端口。上述功能的最终目的是为会话提供可靠的、无误的数据传输。传输层的服务一般要经历传输连接建立阶段，数据传送阶段，传输连接释放阶段才算完成一个完整的服务过程。而在数据传送阶段又分为一般数据传送和加速数据传送两种。传输层服务分成 5 种类型，基本可以满足对传送质量、传送速度、传送费用的各种不同需要。

这一层的数据单元也称作数据包 (packets)。但是，当你谈论传输层中 TCP 等具体的协议时又有特殊的叫法：TCP 的数据单元称为段 (segments)，而 UDP 协议的数据单元称为数据报 (datagrams)。这个层负责获取全部信息，因此它必须跟踪数据单元碎片、乱序到达的数据包和其他在传输过程中可能发生的危险。第四层为上层提供端到端（最终用户到最终用户）的透明的、可靠的数据传输服务。所谓透明的传输是指在通信过程中传输层对上层屏蔽了通信传输系统的具体实现细节。

传输层协议的代表包括：TCP、UDP、SPX 等。

产品代表：NETGEAR GS748TS，如图 1-5 所示。



图 1-5 NETGEAR GS748TS

5. 会话层

这一层也可以称为会晤层或对话层，在会话层及以上的高层次中，数据传送的单位不再另外命名，统称为报文。会话层不参与具体的传输，它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制，如服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

会话层提供的服务可使应用建立和会话维持，并能使会话获得同步。会话层使用校验点可使通信会话在通信失效时从校验点恢复通信。这种能力对于传送大数据量的文件极为重要。会话层、表示层、应用层构成开放系统的高 3 层，面对应用进程提供分布处理、对话管理、信息表示、恢复最后的差错等服务。会话层同样要响应应用进程服务要求，对于运输层不能完成的那部分工作，会话层需要弥补运输层的功能缺陷。会话层主要的功能是对话管理，数据流同步和重新同步，要完成这些功能，需要大量的服务单元功能组合，其中已经制定的功能单元有几十种。

会话层包含三个方面的内容，其主要功能如下：

(1) 为会话实体间建立连接。为了给两个对等会话服务用户建立一个会话连接，应该做如下几项工作：

- ① 将会话地址映射为运输地址。
- ② 选择需要的运输服务质量参数 (QOS)。
- ③ 对会话参数进行协商。
- ④ 识别各个会话连接。
- ⑤ 传送有限的透明用户数据。

(2) 数据传输阶段。

这个阶段是在两个会话用户之间实现有组织的、同步的数据传输。用户数据单元为 SSDU，而协议数据单元为 SPDU。会话用户之间的数据传送过程是将 SSDU 转变成 SPDU 进行的。

(3) 连接释放

连接释放是通过“有序释放”“废弃”“有限量透明用户数据传送”等功能单元来释放会话连接的。会话层标准为了使会话连接建立阶段能进行功能协商，也为了便于其他国际标准参考和引用，定义了 12 种功能单元。各个系统可根据自身情况和需要，以核心功能服务单元为基础，选配其他功能单元组成合理的会话服务子集。

6. 表示层

这一层主要解决用户信息的语法表示问题。它将欲交换的数据从适合于某一用户的抽象语法，转换为适合于 OSI 系统内部使用的传送语法，即提供格式化的表示和转换数据服务。例如数据的压缩和解压缩，加密和解密等工作都由表示层负责，又如图像格式的显示，就是由位于表示层的协议来支持。

表示层的作用之一是为异种机通信提供一种公共语言，以便能进行互操作。这种类型的服务之所以需要，是因为不同的计算机体系结构使用的数据表示法不同。例如，IBM 主机使用 EBCDIC 编码，而大部分 PC 机使用的是 ASCII 码。在这种情况下，便需要会话层来完成这种转换。通过前面的介绍可以看出，会话层以下 5 层完成了端到端的数据传送，并且是可靠、无差错的传送。但是数据传送只是手段而不是目的，最终是要实现对数据的使用。由于各种系统对数据的定义并不完全相同，最易明白的例子是键盘，其上的某些键的含义在许多系统中都有差异，这自然给利用不同系统的数据交流造成了障碍。表示层和应用层就担负了消除这种障碍的任务。

对于用户数据来说，可以从两个侧面来分析，一个是数据含义（被称为语义），另一个是数据的表示形式（称作语法）。像文字、图形、声音、文种、压缩、加密等都属于语法范畴。表示层设计了 3 类 15 种功能单位，其中上下文管理功能单位就是沟通用户间的数据编码规则，以便双方有一致的数据形式，能够互相认识。

7. 应用层

应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。应用层协议的代表包括：Telnet、FTP、HTTP、SNMP 等。

通过 OSI 层，信息可以从一台计算机的软件应用程序传输到另一台的应用程序上。例如，计算机 A 上的应用程序要将信息发送到计算机 B 的应用程序，则计算机 A 中的应用程序需要将信息先发送到其应用层（第七层），然后此层将信息发送到表示层（第六层），表示层将数据转送到会话层（第五层），如此继续，直至物理层（第一层）。在物理层，数据被放置在物理网络媒介中并被发送至计算机 B。计算机 B 的物理层接收来自物理媒介的数据，然后将信息向上发送至数据链路层（第二层），数据链路层再转送给网络层，依次继续直到信息到达计算机 B 的应用层（第七层）。最后，计算机 B 的应用层再将信息传送给应用程序接收端，从而完成通信过程。图 1-6 所示说明了这一过程。

应用层向应用程序提供服务，这些服务按其向应用程序提供的特性分成组，称为服务元素。有些可为多种应用程序共同使用，有些则为较少的一类应用程序使用。应用层是开放系统的最高层，是直接为应用进程提供服务的，其作用是在实现多个系统应用进程相互通信的同时，完成一系列业务处理所需的服务。其服务元素分为两类：公共应用服务元素 CASE 和特定应用服务元素 SASE。CASE 提供最基本的服务，它为应用层中任何用户和任何服务元素提供服务，主要为应用进程通信，分布系统实现提供基本的控制机制。特定服务 SASE 则要满足一些特定服务，如文卷传送，访问管理，作业传送，银行事务，订单输入等。

上述这些服务将涉及虚拟终端，作业传送与操作，文卷传送及访问管理，远程数据库访

问，图形核心系统，开放系统互联管理等。

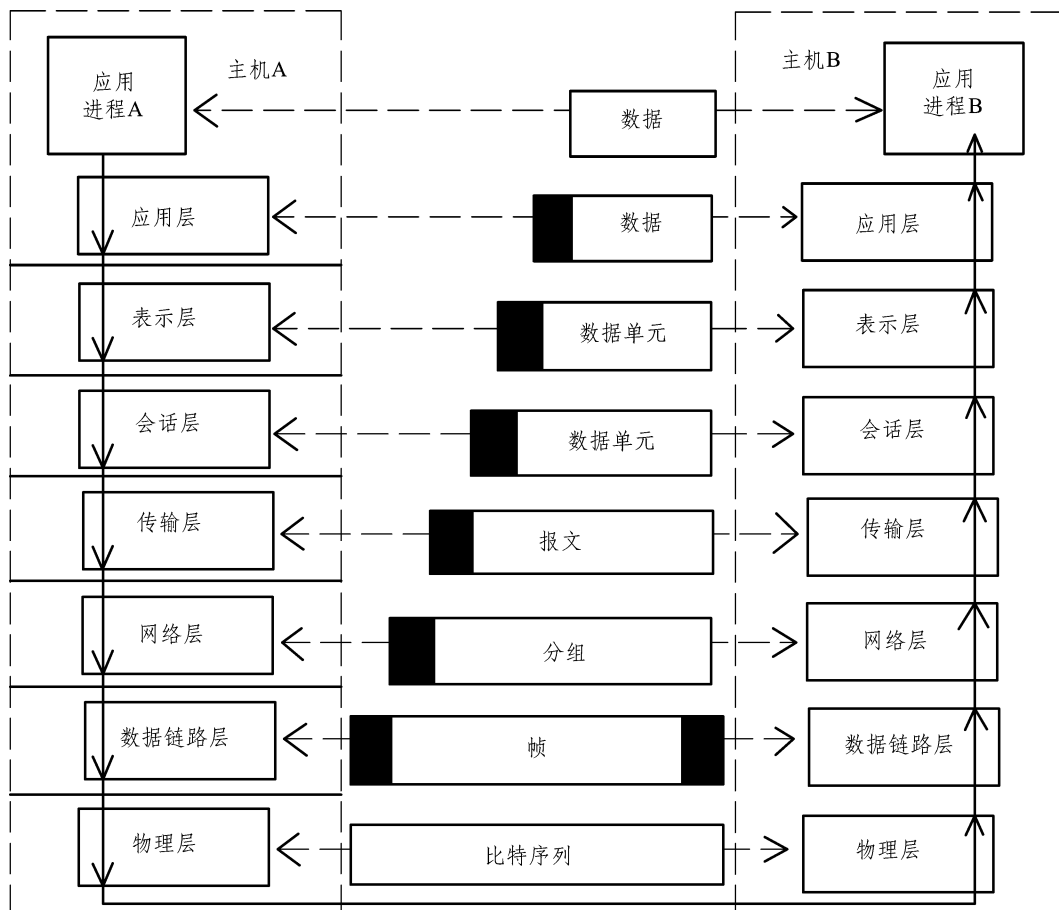


图 1-6 传输介质

从以上 OSI 七层的结构上可以看出，该模型结构异常的庞大，分层也比较复杂，与此对照，由技术人员自己开发的 TCP/IP 协议栈获得了更为广泛的应用。

1.1.2 TCP/IP 协议栈四层模型组成与特点

TCP/IP 协议栈并不完全符合 OSI 的七层参考模型。传统的开放式系统互联参考模型，是一种通信协议的 7 层抽象的参考模型，其中每一层执行某一特定任务。该模型的目的是使各种硬件在相同的层次上相互通信。而 TCP/IP 通讯协议采用了 4 层的层级结构，每一层都使用下一层所提供的网络服务来完成自己的功能需求。图 1-7 所示，是 TCP/IP 参考模型和 OSI 参考模型的对比示意图。

TCP/IP 协议栈是美国国防部高级研究计划局计算机网（Advanced Research Projects Agency Network, ARPANET）和其后继因特网使用的参考模型。TCP/IP 参考模型分为四个层次：应用层、传输层、网络互联层和主机-网络层，如图 1-8 所示。

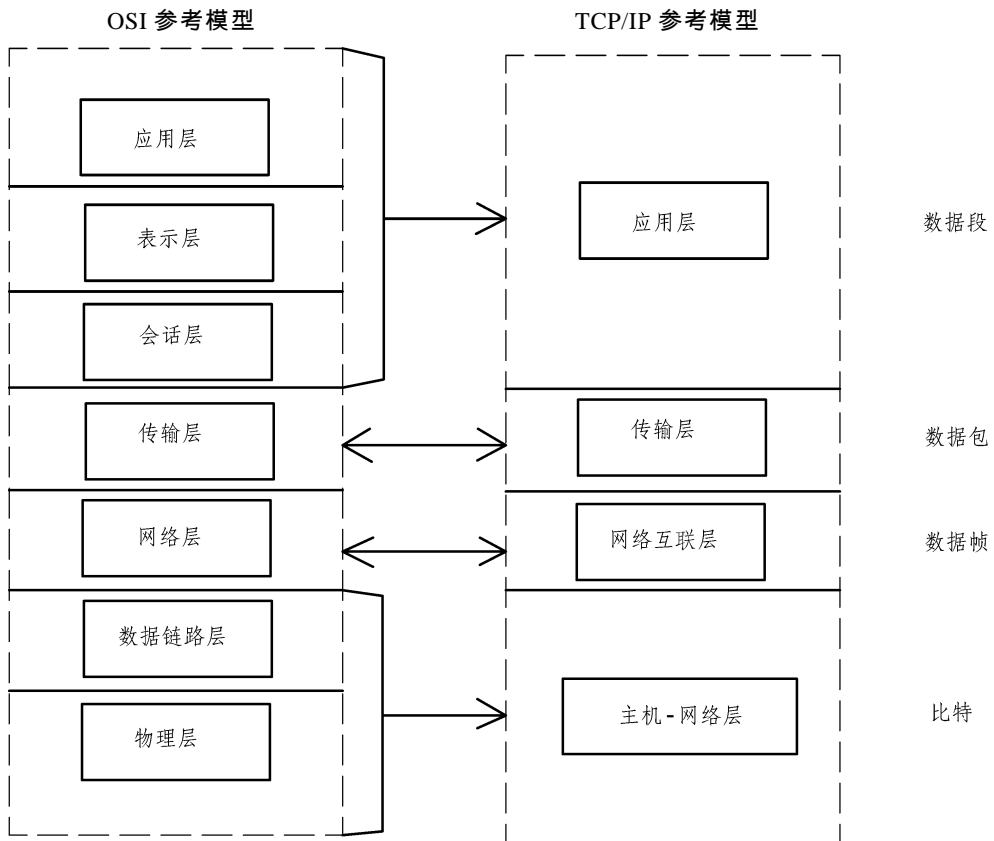


图 1-7 TCP/IP 与 OSI 参考模型对比

应用层	FTP、TELNET、HTTP		SNMP、TFTP、NTP	
传输层	TCP		UDP	
网络互联层	IP			
主机-网络层	以太 网	令 牌 环 网	802.2	HDLC、PPP、FRAME-RELAY
			802.3	EIA/TIA-232、449、V.35、V.21

图 1-8 TCP/IP 参考模型的层次结构

在 TCP/IP 参考模型中，去掉了 OSI 参考模型中的会话层和表示层（这两层的功能被合并到应用层实现）。同时将 OSI 参考模型中的数据链路层和物理层合并为主机-网络层。下面分别介绍各层的主要功能。

1. 主机-网络层

主机-网络层是 TCP/IP 参考模型的最底层，它负责发送和接收 IP 分组。TCP/IP 协议对主机-网络层并没有规定具体的协议，它采取开放的策略，允许使用广域网、局域网与城域网的各种协议。任何一种流行的底层传输协议都可以成为 TCP/IP 互联网络层接口。这体现了

TCP/IP 体系的开放性、兼容性的特点，也是 TCP/IP 得以应用的基础。由于这一层次未被定义，所以其具体的实现方法将随不同的网络类型变化。

2. 网络互联层

TCP/IP 参考模型网络互联层使用的是 IP 协议。IP 是一种不可靠、无连接的数据报传输服务协议，它提供的是一种“尽力而为”的服务。网络互联层的协议数据单元是 IP 分组。

这一层的主要功能包括：① 处理来自传输层的数据发送请求。在接收到报文发送请求后，将传输层报文封装成 IP 分组，启动路由选择算法，选择适当的发送路径，并将分组转发到下一个节点。② 处理接收的分组。在接收到其他节点发送的 IP 分组后，检查目的 IP 地址，如果目的地址为本节点的 IP 地址，则除去分组头，将分组数据交送传输层管理；如果需要转发，则通过路由选择算法为分组选择下一跳节点的发送路径，并转发分组。③ 处理网络的路由选择、流量控制与拥塞控制。

3. 传输层

在 TCP/IP 模型中，传输层的功能是使源端主机和目标端主机上的对等实体可以进行会话。传输层定义了两种服务质量不同的协议，即传输控制协议 TCP (Transmission Control Protocol) 和用户数据报协议 UDP (User Datagram Protocol)。

TCP 协议是一个面向连接的、可靠的协议。它将一台主机发出的字节流无差错地发往互联网上的其他主机。在发送端，它负责把上层传送下来的字节流分成报文段并传递给下层。在接收端，它负责把收到的报文进行重组后递交给上层。TCP 协议还要处理端到端的流量控制，以避免缓慢接收的接收方没有足够的缓冲区接收发送方发送的大量数据。UDP 协议是一个不可靠的、无连接协议，主要适用于不需要对报文进行排序和流量控制的场合。

4. 应用层

TCP/IP 模型将 OSI 参考模型中的会话层和表示层的功能合并到应用层实现。应用层面向不同的网络应用引入了不同的应用层协议。应用层协议主要有远程登录协议 TELNET，文件传输协议 FTP，简单邮件传输协议 SMTP，超文本传输协议 HTTP，域名服务协议 DNS，简单网络管理协议 SNMP，动态主机配置协议 DHCP 等。

1.2 国内知名网络运营商

网络运营商就是提供网络的服务商。在国内原本有六大基础网络运营商，分别是中国移动、中国联通、中国电信、中国网通、中国铁通以及中国卫通。原中国联通和中国网通合并为现在的中国联通，原铁通与中国移动合并为现在的中国移动，原联通的 CDMA 网与中国电信合并为现在的中国电信，从而形成了中国移动、中国联通、中国电信三足鼎立之势。国家在电信管理方面相当严格，只有拥有工信部颁发的运营执照的公司才能架设网络；而像华为、

Cisco、中兴就属于网络设备生产商。

1. 中国电信

中国电信集团公司（简称“中国电信”）成立于 2000 年 5 月 17 日，注册资本 2204 亿元人民币，资产规模超过 6000 亿元人民币，年投入规模超过 3800 亿元人民币，是中国三大主导电信运营商之一。作为综合信息服务提供商，中国电信为客户提供包括移动通信、宽带互联网接入、信息化应用及固定电话等产品在内的综合信息解决方案。中国电信位列 2013 年度《财富》杂志全球 500 强企业第 182 位，多次被国际权威机构评选为亚洲最受尊敬企业、亚洲最佳管理公司等。

1) 主要品牌

(1) 天翼导航。“天翼领航”是中国电信面向除党、政、军及行业客户以外的企业客户群体的品牌，提供天翼领航通信版、信息版、行业版等系列应用。

(2) 天翼 e 家。“天翼 e 家”是中国电信在天翼主品牌下为满足家庭日益多元化和个性化的通信及信息应用需求而打造的客户品牌，是从“我的 e 家”品牌发展而来。

(3) 号码百事通。“号码百事通”是中国电信面向大众推出的综合信息服务业务品牌，以“知百事、通天下”为品牌核心内涵，努力打造国内领先的消费类搜索和服务的综合门户，为客户提供衣、食、住、用、行等日常生活相关的各种信息服务，在全国范围内为客户提供高效便捷的综合信息服务，让客户尽情享受信息新生活。

2) 主要营销策略

(1) 利用全业务运营商网络基础优势打造客户可识别、业务可感知的智能管道。

(2) 提供高度融合、功能强大、公平开放的综合能力平台。

(3) 做强自营核心应用产品，同时广泛与产业链的参与者合作，全力支持合作伙伴部署和经营其内容和应用。

(4) 逐步建设统一认证、电子支付和移动定位等多种能力。

(5) 积极引入云计算，建设部署云资源池，共同推进合作并打造共赢的产业链。

3) 主要优势

(1) 品牌优势。中国电信是国内历史最悠久，运营经验最丰富的电信运营商。中国电信也是最早开展宽带业务的电信运行商，已经拥有超过十年的宽带运营经验，技术成熟，服务到位。用户规模证明了电信宽带业务品质。

(2) 应用优势。全国 90% 以上的个人和商业网站服务器都放在电信网络上，这就意味着电信宽带用户访问这些网站属于网内访问，速度快，时延最小，内容极其丰富。而其他运营商访问这些网站需要经过它自己的网络、再到电信网络转接，这中间还要经过与电信互联的网关，还要受限于互联网网关的带宽。此外，中国电信专门为宽带用户打造了 IPTV（宽带互动电视），这是其它运营商无法提供的。

(3) 网络优势。其一，经过多年的精心经营，中国电信宽带网成为全国最大、最先进的宽带互联网络，用户上网使用稳定，上网体验一流。其二，中国电信已经大规模部署了宽带

无线网络，可以通过 WiFi、天翼 3G 网络实现有线 + 无线的全覆盖，用户可以随时随地接入电信宽带网。其三，电信的国内骨干网络带宽达到 1500 G，如此高的总带宽是其他竞争对手难以望其项背的。其四，中国电信拥有全国 75% 的互联网国际出口，可保证访问国外网站速度。

(4) 接入技术优势。近几年来，中国电信大力开展光网，目前已经实现了大部分中小以上企业的光纤接入。而目前采用的 GPON 接入技术，不但接入带宽专用、专享，服务质量更有充分保证，上网高峰期不会拥塞，上时延小、跳点少，是其他运营商无法比拟的。

(5) 服务优势。首先，中国电信有 10 年的宽带运营经验，专业的运维及服务队伍，可以高效、迅速地处理故障；其次，中国电信提供了全国统一的 10000 客户服务专线，提供 7 天 × 24 小时在线服务。

4) 主要劣势

(1) 固定互联网信息业务虽起步较早但目前未形成有效的商业模式，内容应用收入规模小，以互联星空为主的互联网信息业务增长几乎停滞。

(2) 资金短缺，在收购联通 C 网之后这个问题一直困扰着电信。

(3) 移动互联网增值业务起步较晚，内容和应用渗透率相对较低，差异化应用尚未大规模推广。

(4) 长期以来受业务制约的原因，销售渠道网络薄弱。

2. 中国联通

中国联合网络通信集团有限公司（简称“中国联通”）于 2009 年 1 月 6 日在原中国网通和原中国联通的基础上合并组建而成，在国内 31 个省（自治区、直辖市）和境外多个国家和地区设有分支机构，是中国唯一一家在纽约、香港、上海三地同时上市的电信运营企业。

中国联通主要业务经营范围包括：GSM 移动通信业务、WCDMA 移动通信业务、固网电信业务（包括固定电话、宽带）、国内国际长途电话业务（接入号 193）、批准范围的本地电话业务、数据通信业务、互联网业务（接入号 16500）、IP 电话业务（接入号 17910/17911）、卫星通信业务、电信增值业务以及与主营业务有关的其他电信业务。

1) 主要品牌

(1) 沃（WO）。2009 年 4 月 28 日，中国联合网络通信集团公司在京发布了全新业务品牌——“沃”。“沃”作为中国联通旗下所有业务的单一主品牌正式发布标志着中国联通全业务经营战略的启动。“沃”品牌作为中国联通企业品牌下的全业务品牌，分别面向大众、家庭、校园、商务四大客户群体建立了涵盖所有创新业务、服务的四大业务板块：沃 4G+、智慧沃家、沃派、沃·商务，进一步丰富和完善了全业务品牌体系。

(2) 如意通。“如意通”是中国联通移动电话预付费业务的品牌名称，是向社会公众提供移动通信服务的公用通信网。

(3) 世界风。“世界风”是中国联通为了满足用户多样化的通信需求独家推出的一项全新移动通信服务。借助这项服务，仅使用一部双模手机就可在 GSM、CDMA 两种移动网之间

自由切换，享受双网的服务。

(4) 新势力。“新势力”是中国联通公司针对 15~26 岁的青少年群体推出的客户品牌，也是中国联通的第一个客户品牌。

(5) 亲情 1。“亲情 1”是中国联通面向家庭用户推出的固定电话、宽带和移动业务 G 网，以及其增值服务的通信组合产品。

(6) 宽带商务。“宽带商务——CU Connected”是中国联通面向商务客户的客户品牌，是从产品、服务等多层面为客户量身定做的解决方案。

2) 主要营销策略

(1) 推动物联网的发展。中国联通计划在超过 5 个城市启动基于 900 MHz、1 800 MHz 的 NB-IoT 外场规模组网试验及业务示范。在商用方面，中国联通计划今年底明年初推进重点城市的 NB-IoT 商用部署。中国联通将在上海多技术路径与模式探索物联专网建设，率先部署 NB-IoT 物联专网，支持上海智慧城市建设中的智能抄表、智能停车、环境监控、智能制造等应用创新，提升城市运营管理能力和效率。2017 年将建成全市覆盖的物联专网，网络基站规模超过 3000 个，实现上亿规模“物”的连接能力。

(2) 加快 5G 关键技术研究工作。2017 年，完成 5G 无线、网络、传输及安全等关键技术研究，基于 5G Open Lab 完成 5G 实验室环境建设，联通将加快 5G 关键技术研究工作，基于网络现状以及运营需求，布局 5G 网络演进战略规划；推进 5G 网络架构及关键技术演进满足联通网络技术发展方向，推动相关技术及设备成熟，满足联通 5G 网络 2020 年商用目标；加强产业合作，深化联通在物联网和工业互联网方面的技术积累。

(3) 继续发展大数据战略。通过三年来的建设运行，中国联通具备了业界公认的数据采集、海量数据处理能力、平台开放经验和优势。现在，正在努力打造全集团的一体化运营销售体系及大数据产品开发体系。中国联通大数据规划是 2017 年将达到 6000 个节点、220PB。未来的中国是一个超大规模的大数据市场，必定会培育出一批优秀的大数据云计算企业，在数据获取、存储、挖掘、分析、应用和运营方面会创造出新的技术、新的产品和新的模式。

3) 主要优势

(1) 公司成立较晚，所以采用较先进设备。

(2) 联通 WCDMA HSPA+网络，在美国，HSPA+被称为 4G 网络。该种网络最高速率可达到 21 Mbits/s。

(3) 拥有丰富的终端类型。

(4) 采用低价策略，产品和业务性价比高。

4) 主要劣势

(1) 2G 网络覆盖较差，信号质量不好。一直以来，联通给人的印象就是网络信号差，这一客户感知严重影响了其业务的发展。

(2) 公司品牌形象和定位不清晰。

(3) 网通和联通实力相当，融合后整合难度大，加上其用工人员构成复杂，长城网、国信通信等，如何协调各种群体的利害关系成为摆在新联通面前一个较为棘手的问题。

(4) 固网区域小，联通的固网优势只限于北方区域，在南方区域网络资源较少，这也是联通的软肋之一。

3. 中国移动

中国移动通信集团公司（简称“中国移动通信”）是根据国家关于电信体制改革的部署和要求，在原中国电信移动通信资产总体剥离的基础上组建的国有骨干企业，2000年4月20日成立，由中央直接管理。

1) 主要品牌

(1) 全球通。“全球通”是中国移动通信的旗舰品牌，知名度高，品牌形象稳健，拥有众多的高端客户。

(2) 神州行。“神州行”是中国移动通信旗下客户规模最大、覆盖面积最广的品牌，也是我国移动通信市场上客户数量最大的品牌。

(3) 动感地带。“动感地带——M-zone”是中国移动通信于2002年3月在对用户市场进行科学细分的基础上，以扩大用户基数为目的，为年轻时尚人群量身定制的移动通信客户品牌。

(4) 和4G。2013年，中国移动发布了全新的商业主品牌“和”(and), and意为 a new dream。旗下有和阅读、咪咕音乐、和视频等新型业务，打造以新通话、新消息、新联系为特点的融合通信体系。

2) 主要营销策略

(1) 大力推动移动互联网、物联网、云计算发展，不断丰富移动应用，尤其是以建设无线城市为契机，推动社会信息化发展。

(2) 实现 GSM/TD 网络优势互补，促进协调发展，充分利用 WLAN 作为宽带业务的补充手段。

(3) 统一客户接触和受理，统一开通协调调度，面向客户统一管理资源，统一计费、营帐。

3) 主要优势

(1) 到目前为止，基站总数超过 204 万个，客户总数近 8 亿户，是全球网络规模、客户规模最大的移动通信运营商。

(2) 中国移动 4G 采用的是 TD-LTE 网络，它是比我们现在用的 3G 网络有着更大带宽、更高速率的下一代移动通信网络。中国移动使用的是 TDD。简单的说，TD-SCDMA 相当于 3G，而 TD-LTE 相当于 4G，和 3G 相比，LTE 的特点可用“多”“快”“好”“省”来概括。

① 业务种类“多”：LTE 不仅能够支持 2G/3G 网络下的语音、短信、彩信；同时还能够支持高清视频会议、实时视频监控、视频调度等高带宽实时性业务。不仅能够满足个人用户上网冲浪的需求，还能够满足集团客户视频、高清业务的需求。例如，借助高清即摄即传业务，在突发事件时，能够实现快速的现场报道；并且借助高清视频监控，调取现场周边信息，了解现场第一情况；同时，借助高清视频会议系统，后方指挥与前方人员实现现场高清视频

会议，快速掌握第一手资料，及时有效地处理突发事件。

② 上网速度“快”：LTE 峰值速率能达到百兆以上，是目前 3G 速度的 5 倍多。同样下载一部 1GB 的高清电影，使用 3G 网络最快需要接近 7 min，而使用 LTE 网络，不到 1 min 30 s。如果将载波聚合新技术应用到 LTE 中，就是把多个频率同时分给一个手机同时用，实现手机上网速度的成倍提高，那上网速度就更快了，一部 1GB 的高清电影 40 s 内就能完成下载。

③ 用户感知“好”：LTE 网络时延比 3G 网络一半还要低，对于在线游戏、视频实时传送等这些实时性要求高的业务感知特别好；LTE 还有一个永远在线的特点，用户只要开机就会进入网络连接状态，真正实现随时随地上网；LTE 在用户高速移动情况下，连接性保持好，用户在高铁上通过 LTE 网络可以实现网上冲浪。

④ 频谱资源“省”：和 3G 相比，在组网频宽上，LTE 可以用 1.4、3、5、10、15、20 Mhz 六种频宽进行组网，频谱利用率要高于 3G，能更好的利用目前非常宝贵的频率资源。

4) 主要劣势

- (1) 全业务综合服务提供能力不足，有线及城域管线资源有限。
- (2) 互联网信息资源不足，出口带宽不足，客户认知度不高。
- (3) TD-SCDMA 成熟度急待提高，与其他 3G 标准相比差距较大。
- (4) 集团、家庭客户解决方案提供能力不足。

4. 广电

工信部于 2016 年 5 月 5 日向中国广播电视网络有限公司颁发了《基础电信业务经营许可证》，批准中国广播电视网络有限公司在全国范围内经营互联网国内数据传送业务、国内通信设施服务业务，并允许中国广播电视网络有限公司授权其控股子公司中国有线电视网络有限公司在全国范围内经营上述两项基础电信业务。这也意味着，中国广电成为继移动、联通、电信后，中国第四大基础电信运营商。

据工信部公告显示，为全面推广三网融合工作，进一步扩大电信、广电业务双向进入的深度和广度，促进市场竞争，依中国广播电视网络有限公司申请，工业和信息化部履行法定程序，允许该公司授权其控股子公司中国有线电视网络有限公司在全国范围内经营上述两项基础电信业务。

电信专家也表示：“广电网络需要解决全国有线电视网络的‘全程全网’问题，全国有线电视网络的双向改造问题，广播、视频内容的运营问题，以及从垄断的事业性机构向竞争性企业转变的问题”。只有解决了这些问题，广电网络才能在现有业务中具有较强的竞争力，而广电网络获得这些基础电信业务牌照，就是围绕这个展开的。作为广电行业的国家队与翘楚企业，中国广电手握的 700 MHz 频段是适用于移动通信的黄金频段，但中国广电的网络改造，仍不可避免地需要大量的资金和时间投入，所以业内分析人士表示，即便拿到牌照许可也不会很快参与竞争。