

计算机网络基础

第一章 计算机网络概述

- 1.1 计算机网络的概念
- 1.2 计算机网络的发展
- 1.3 计算机网络的组成
- 1.4 计算机网络的分类
- 1.5 计算机网络的层次结构
- 1.6 计算机网络的性能指标
- 1.7 计算机网络的应用

1.1 计算机网络的概念

- 计算机网络

是指将多台地理位置上**分散**、**互相连接**，并且具有**独立功能**的计算机，用通信设备和通信线路相互连接起来，按照**统一网络协议**进行通信，以实现**信息传输**和**资源共享**的一种计算机系统。

● 一个计算机网络系统一般有以下三个主要组成部分

第一个部分：若干台主机

第二个部分：通信子网

第三个部分：协议

● 计算机网络具有以下**三个基本特征**

第一个特征：互连的计算机之间相互独立。

第二个特征：连网计算机之间的通信必须遵循共同的网络协议。

第三个特征：计算机网络建立的主要目的是实现计算机资源的共享。

1.2 计算机网络的发展

- 计算机与通信的相互结合主要有两个方面：

一方面：通信网络为计算机之间的数据传递和交换提

供了必要的手段；

另一方面：数字计算技术的发展渗透到通信技术中，

又提高了通信网络的各种性能。

- 计算机网络从形成、发展到广泛应用，经历了以下几个阶段。

第一阶段：（20世纪60年代）以单个计算机为中心的**面向终端**的计算机网络系统。这种网络系统是以批处理信息为主要目的。

第二阶段：（20世纪70年代）以**分组交换网**为中心的多主机互连的计算机网络系统。

第三阶段：（20世纪80年代）具有统一的网络体系结构，遵循国际标准化协议的计算机网络。

第四阶段：（20世纪90年代）网络互连与高速网络。

自OSI参考模型推出后，计算机网络一直沿着标准化的方向在发展，而网络标准化的最大体现是Internet的飞速发展。

1.2.1 联机系统

- 早在 20 世纪 50 年代，人们利用通信线路，将多台终端设备连到一台计算机上，构成“**主机—终端**”系统。这种面向终端的计算机网络雏形，称之为第一代计算机网络。
- **联机系统**：一台中央主计算机连接大量在地理上处于分散位置的终端。
- **终端**：指一台计算机的外部设备，包括显示器、键盘等。

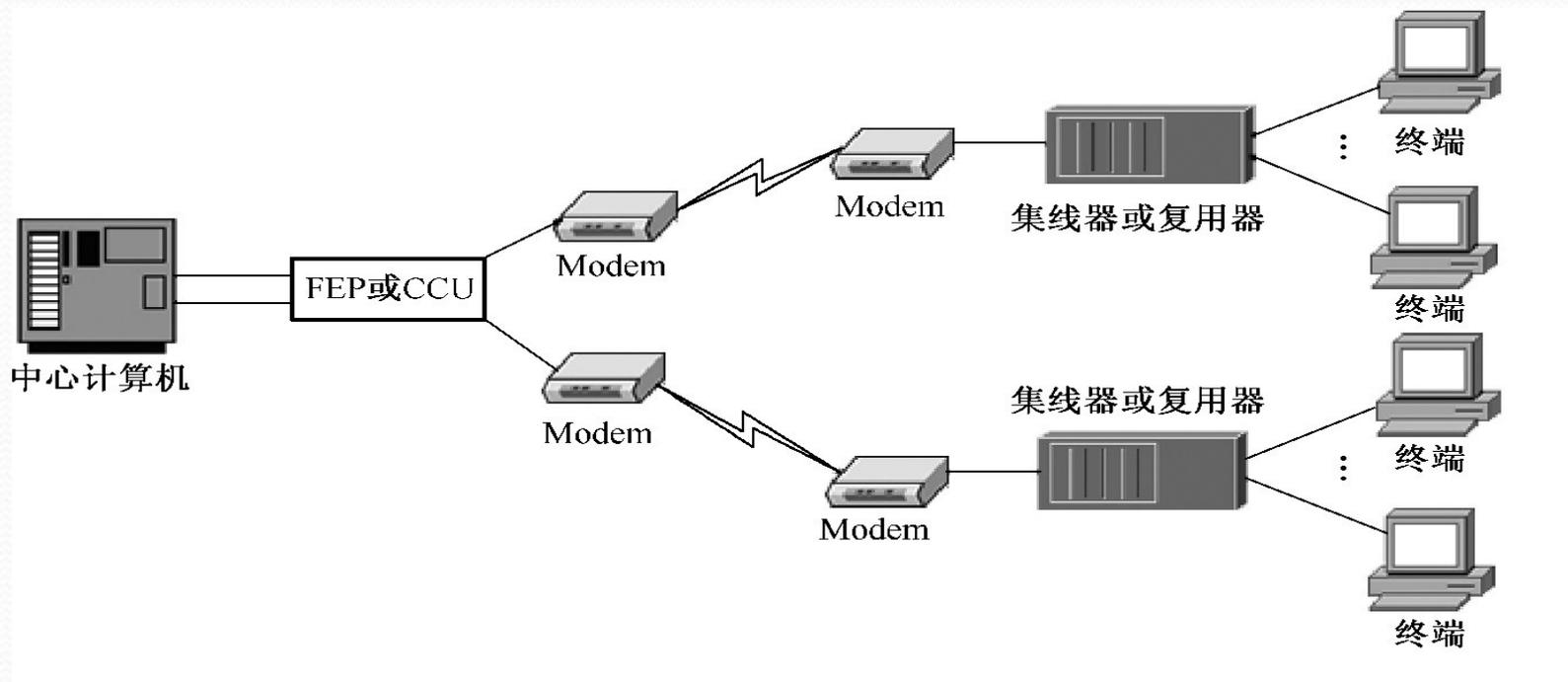


图 1-1 单计算机为中心的远程联机系统结构示意图

图

● 面向终端的计算机网络在其应用与发展的过程中，存在的主要问题是：

（1）通信资源主要来源于租用电话、电报网线路，传输质量和速率等方面不能满足数据通信的要求；

（2）传统电话网的线路交换和电报网的交换方式不能在线路利用率和传输迟延两方面获得很好的折中；

（3）没有统一的数据通信体制和网络体系结构，各家网络各行其是，互不兼容，网络间无法互通。

1.2.2 计算机互连网络

- 在 20 世纪 60 年代，计算机应用普及范围逐渐增大，许多行业都开始配置大、中型计算机系统。地理位置分散的各个部门间的**信息交换**量也越来越大，使得多个计算机系统通过通信线路连接成为一个计算机通信网络，以方便信息交换。在这种计算机网络中，各个计算机都具有**独立处理数据**的能力，并且不存在主从关系。通常情况下，称这种计算机网络为第二代计算机网络，它实现了计算机之间的通信。

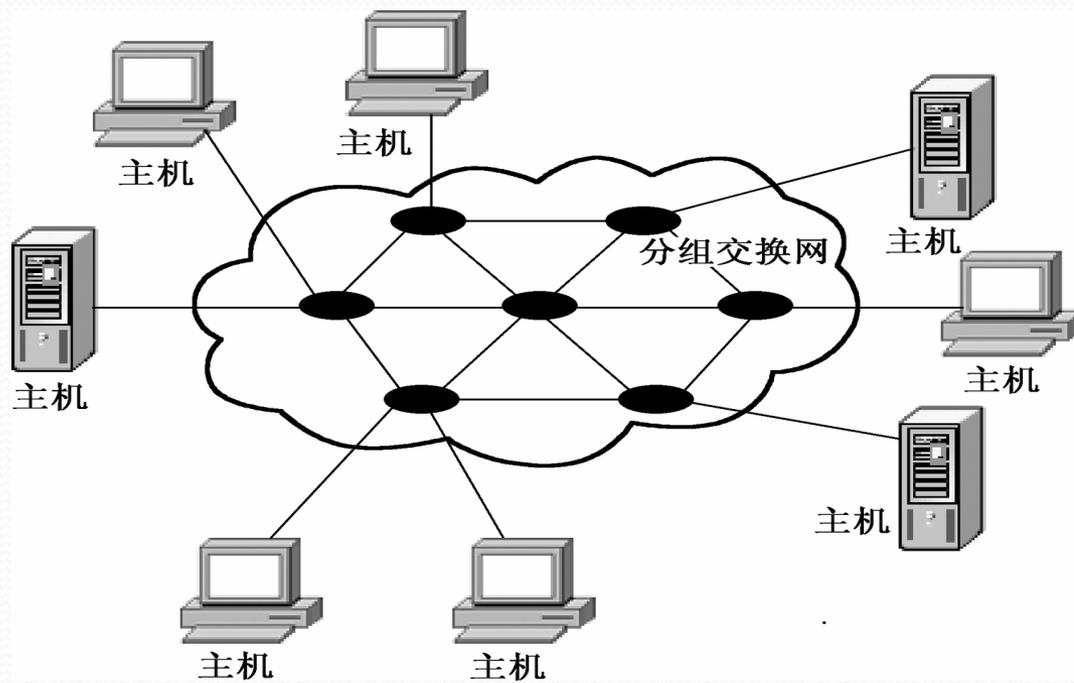


图 1-2 以多计算机为中心的计算机互连网络结构示意图

- **分组**：将一个报文（ Message ）划分成若干个较小的数据段，并给每个数据段添加控制信息，封装成一个分组（ Packet ）。
- 1964 年，巴兰（ Baran ）研究报告中提出了**存储转发**（ store and forward ）的概念。
- 英国 NPL 的戴维德（ David ）于 1966 年首次提出了“**分组**”（ Packet ）这一概念。

- 1969 年 12 月，美国的分组交换网中传送的信息被划分成分组，该网络称为分组交换网，即 **ARPANET**（当时仅有 4 个交换点投入运行）。
- ARPANET 的成功，标志着计算机网络的发展进入了一个新纪元。现在大家都公认 **ARPANET 为分组交换网之父**，并将分组交换网的出现作为现代电信时代的开始。

1.2.3 标准化网络

- 20 世纪 70 年代中期，计算机网络开始向体系结构标准化的方向迈进，即正式步入网络标准化时代。1983 年 ISO 正式颁布了一个开放系统互连参考模型的国际标准 ISO 7498。模型分为七个层次，也被称为 **ISO 七层模型**。

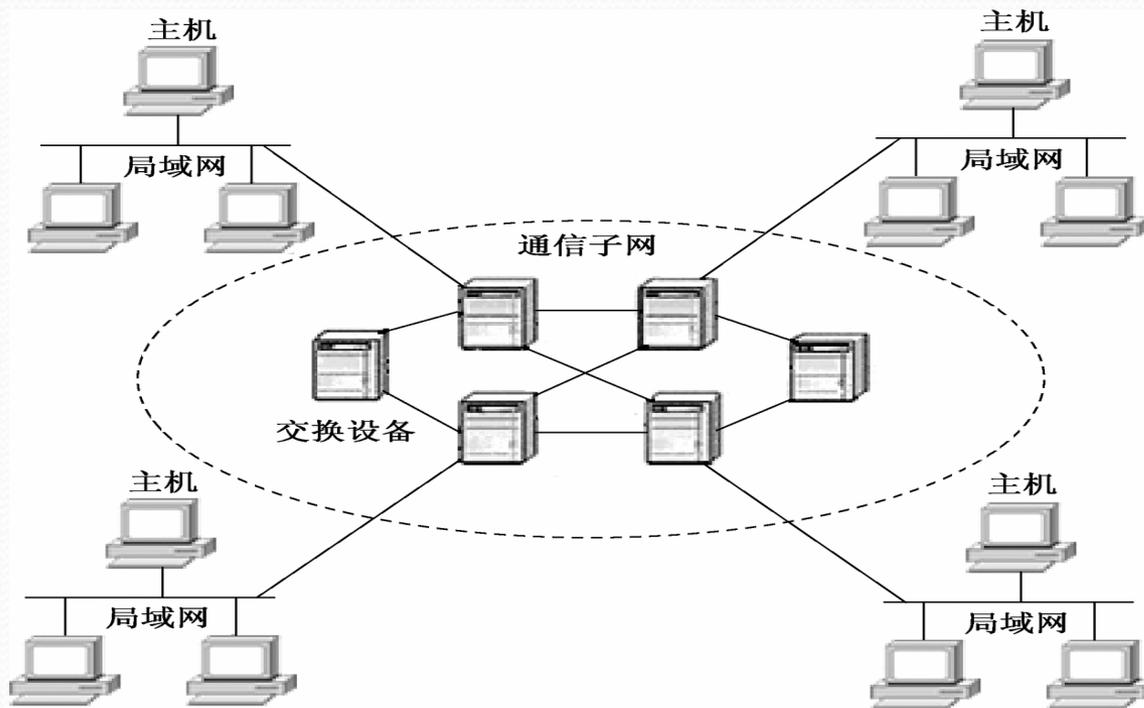


图 1-3 标准化网络结构示意图

- 1984 年正式颁布了开放系统互连参考模型 **OSI-RM**（Open Systems Interconnection Reference Model，OSI）。
- **开放**：是指只要遵循 OSI 标准模型的任何系统，不论位于何地，都可以进行互连、互通。
- **开放系统**：是指在实际网络系统中与互连有关的各个部分，它也是对当时各个封闭的网络系统而言的。

- 在计算机网络发展的进程中，另一个重要的里程碑就是出现了**局域网络 LAN**（Local Area Network）。
- 局域网可使得一个单位或一个校园的微型计算机互连在一起，互相交换信息和共享资源。
- 由于局域网的**覆盖范围**有限、连网的拓扑结构规范、协议简单，使得局域网连网容易、传输速率高、使用方便、价格也便宜，很受广大用户的青睐。

1.2.4 网络互连与高速网络

- 1993 年美国宣布建立国家信息基础设施后，全世界许多国家都纷纷制定和建立本国的国家信息基础设施 NII（National Information Infrastructure），从而极大地推动了计算机网络技术的发展，使计算机网络的发展进入一个崭新的阶段，这就是计算机网络互连与高速网络阶段，
- 网络互连和高速计算机网络被称为第四代计算机网络。

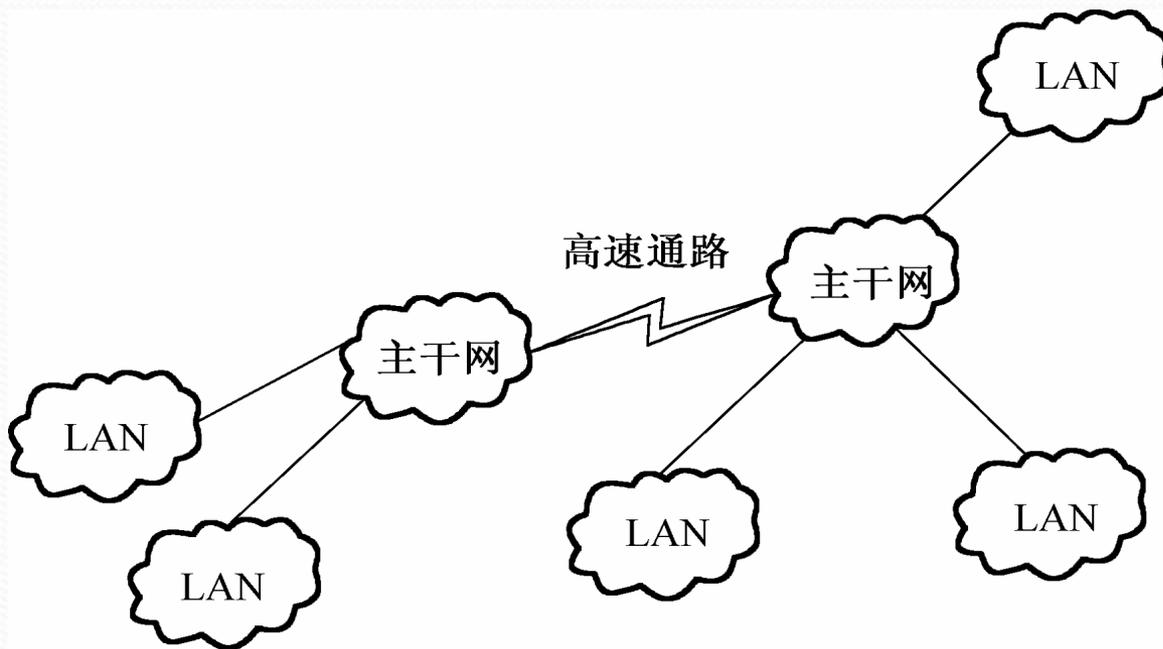


图 1-4 网络互连与高速网络结构示意图

- 信息**综合化**和传输**高速化**是第四代计算机网络的特点
- **Internet** 是计算机网络最辉煌的成就，它已成为世界上最大的国际性计算机互联网，并已影响着人们生活的各个方面。
- 1993 年美国提出了 NGII（**Next Generation Internet Initiative**）行动计划，目标是：开发规模更大、速度更快的下一代网络结构，使端到端的数据传输速率超过 100 Mb/s 甚至 10 Gb/s；提供先进、实时性更高的网络应用服务。

1.3 计算机网络的组成

- 无论网络的复杂程度如何，根据网络的定义，从系统组成上来说，一个计算机网络主要分为三大部分：
 - (1) 计算机系统
 - (2) 数据通信系统
 - (3) 网络软件及协议

- 从计算机网络的功能来讲，计算机网络主要具有完成两大功能：

- (1) 网络通信

- (2) 资源共享

- 计算机网络具有数据通信和数据处理两种能力。从这个前提出发，计算机网络逻辑上被划分成两个子网：

- (1) 通信子网

- (2) 资源子网

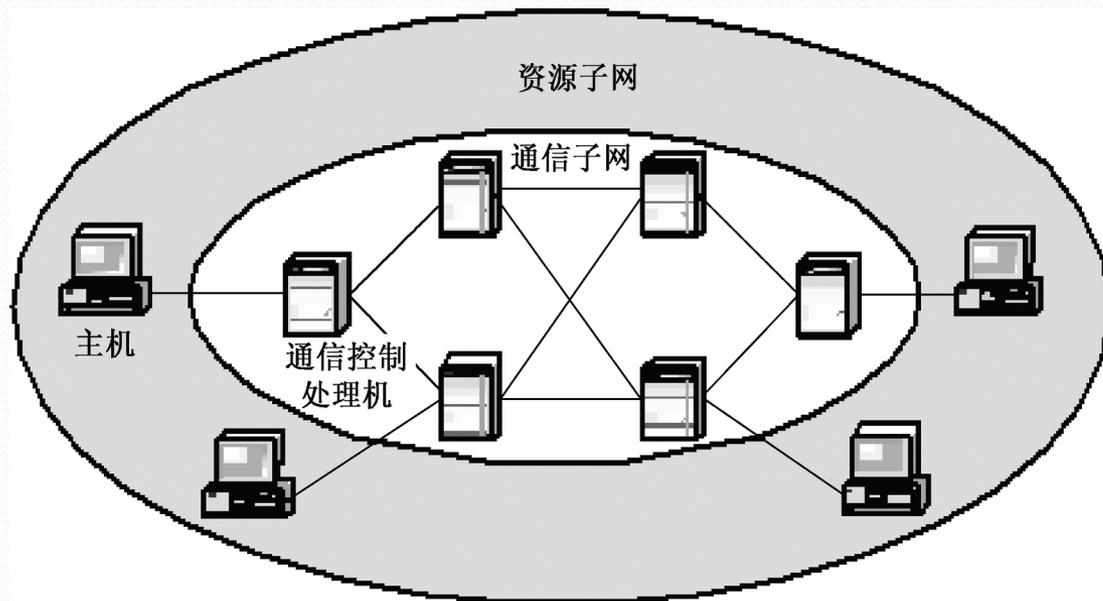


图 1-5 计算机网络的典型结构

1.3.1 通信子网

- **通信子网**：也叫网络核心，主要负责网络的数据通信，为网络用户提供数据传输、转发、加工和变换等数据信息处理工作。
- **通信子网组成**：通信控制处理机、通信线路、网络通信协议及通信控制软件等。
- **网络节点**：通信控制处理机在网络拓扑结构中被称为网络节点。

1.3.2 资源子网

- **资源子网**：也叫网络边缘，主要用于网络的数据处理功能，向网络用户提供各种网络资源和网络服务。
- 资源子网**实现**全网的面向应用的数据处理和网络**资源共享**。
- 资源子网**组成**：由各种硬件和软件组成。主要包括主机系统、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源与信息资源等。

1.4 计算机网络的分类

- 计算机网络的**分类目的**，应是能体现出不同类网络之间在更多的特性方面有较大的差别。

最普遍且最能为大众接受的分类：

- (1) 按网络规模或者地理范围来区分
- (2) 按网络的拓扑结构来区分的

1.4.1 按照地理范围分类

按照地理范围可以把计算机网络分为：

- 局域网
- 城域网
- 广域网

1. 局域网

- **局域网**：是指在较小的地理范围内，将有限的通信设备互联起来的计算机网络。

- 局域网具有如下**特点**：

- （1）共享传输信道。

- （2）覆盖范围有限。

- （3）用户数有限。

- （4）传输速率高。

- （5）误码率低。

- （6）拓扑结构简单。

。

2. 城域网

- **城域网**：是介于广域网与局域网之间的一种高速网络，城域网的作用范围是覆盖一个大城市的区域。
- 城域网具有如下**特点**：
 - (1) 网络的覆盖范围取决于城市的大小。
 - (2) 要满足几十公里范围内多个局域网互连的需求。
 - (3) 城域网具有多功能、多用途的综合服务能力。
 - (4) 多采用共享信道的无竞争的信道资源分配。
 - (5) 城域网在技术上与局域网类似。

3 . 广域网

- **广域网**：称为远程网，能跨越任意远的距离，连接任意多台计算机的网络，是可扩展的，作用范围是覆盖一个比较广阔的区域。
- 广域网具有如下**特点**：
 - (1) 广域网的覆盖范围很宽广。
 - (2) 形成国际性的远程网络。
 - (3) 通信子网主要使用分组交换技术。
 - (4) 广域网的网络组织结构形式复杂。
 - (5) 广域网多采用转接信道的交换型传输机制。

4. 局域网与广域网的对比

- (1) 作用范围的比较
- (2) 通信介质的比较
- (3) 通信方式的比较
- (4) 通信管理的比较
- (5) 通信效率的比较
- (6) 服务范围的比较
- (7) 网络性能的比较
- (8) 投资费用的比较

1.4.2 按照拓扑结构分类

- **拓扑学**：实体抽象成与其大小、形状无关的点，连接实体的线路抽象成线，研究点、线、面之间的关系。
- **拓扑**：是一种研究与大小和形状无关的点、线、面特点的方法。
- **计算机网络拓扑**：是通过网络中节点与通信线路之间的几何关系表示网络结构，反映出网络中各实体间的结构关系。

- **拓扑设计**：对网络性能、系统可靠性与通信费用等都有重大影响。决定了各种计算机网络的特点，决定了它们的数据速率和通信效率，也决定了适合于传输的数据类型，甚至决定了网络的应用领域。
- 计算机网络的**常用拓扑结构**有：

总线型

星型

环型

树型

1. 总线型拓扑结构

- **总线型拓扑结构**：是使用同一媒体或电缆连接所有终端用户的一种网络连接方式。
- 总线结构通常用同轴电缆相连接。同轴电缆有两种，**粗同轴电缆**和**细同轴电缆**，分别用以组建粗缆网络和细缆网络。
- 总线型结构采用一条单根的总线为公共的传输通道，所有节点都通过相应的硬件接口直接连接到总线上，并通过总线进行数据传输。

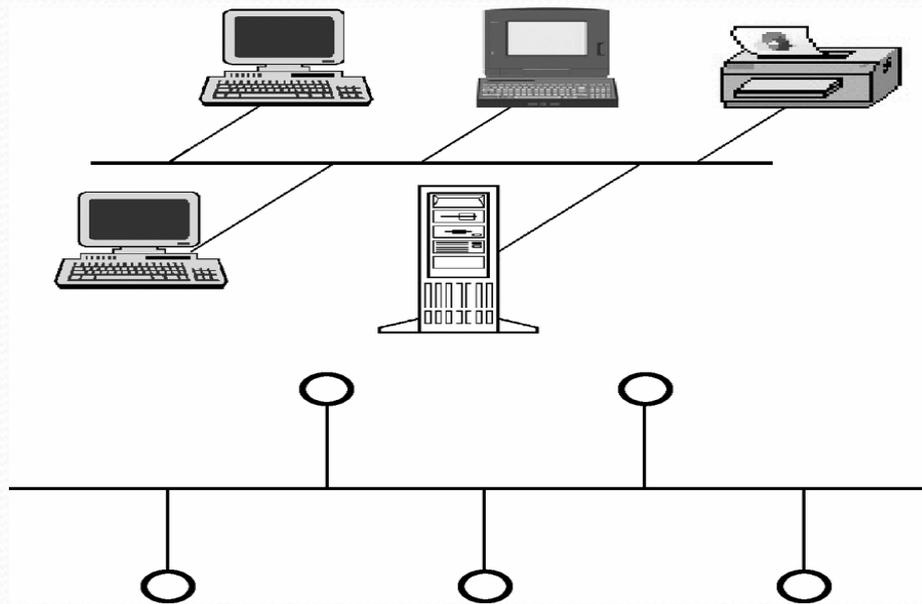


图 1-6 总线型网络拓扑结构

(1) 总线型拓扑的**结构特点**

- 所有节点都连接到一条作为公共传输介质的总线上；
- 各个节点地位平等，无中心节点控制；
- 总线传输介质通常采用同轴电缆或双绞线；
- 所有节点可以通过总线以“广播”方式发送或接收数据，因此出现“冲突”不可避免；
- 总线型拓扑的介质访问控制采用“共享介质”的方式，必须解决多个节点访问总线的介质访问控制问题。

(2) 总线型拓扑的优点

- 结构简单，实现容易；
- 网络易于扩展，增加或减少用户比较方便；
- 使用的电缆少，且容易安装；
- 使用的设备相对简单，成本低；
- 总线是无源工作的，有较高的可靠性。

(3) 总线型拓扑的缺点

- 总线的传输距离有限，通信范围受到限制；
- 介质（总线）的故障会导致网络瘫痪；
- 维护难，故障诊断和隔离较困难；
- 总线型网络安全性低，监控比较困难。

2. 环型拓扑结构

- **环型拓扑结构**：是使用一个连续的环将每台计算机设备连接在一起，实质上，环型拓扑结构是在粗同轴电缆总线结构的基础上，去掉线缆两端的终结器后，将线缆两头连接起来而形成的一个封闭的环。

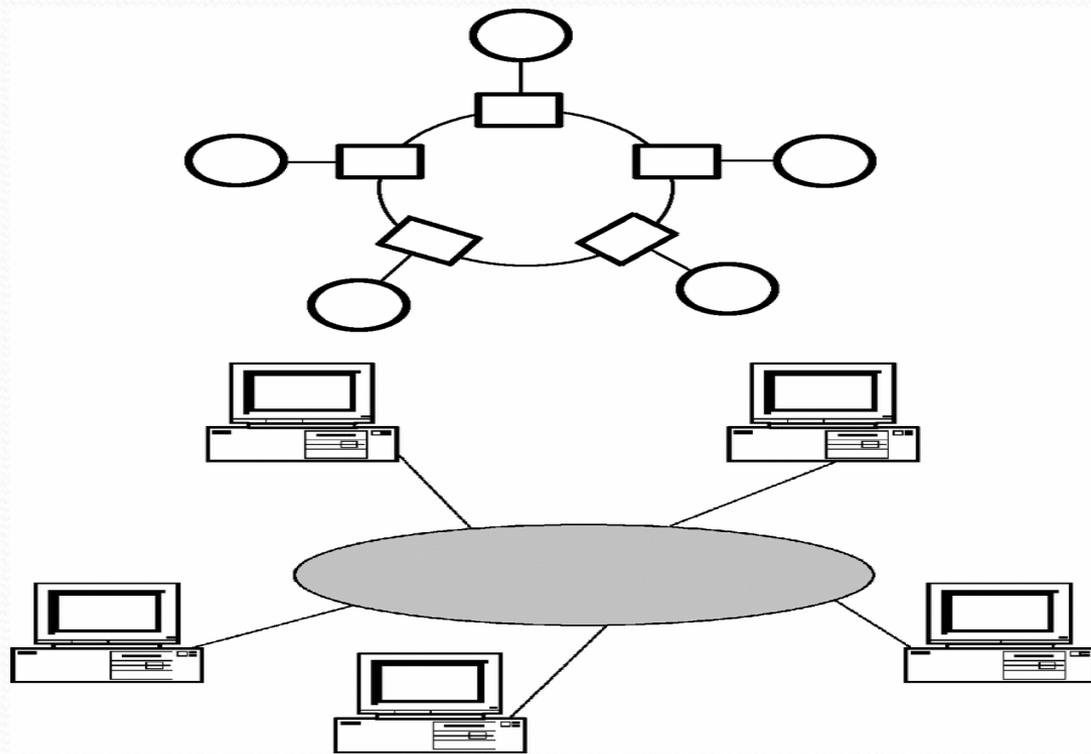


图 1-7 环型网络拓扑结构

(1) 环型拓扑的结构特点

- 由网络中若干节点通过点到点的链路首尾相连形成一个闭合的环；
- 数据在环路中沿着一个方向在各个节点传输，信息从一个节点传到另一个节点；
- 环中数据沿着一个方向绕环逐站传输；
- 多个节点共享一条环通路；
- 在实际应用中一般是双环结构，主环和备环。

(2) 环型拓扑的优点

- 环形网控制简单；
- 重负载下信道利用率高；
- 通信电缆长度短；
- 不存在数据冲突问题。

(3) 环型拓扑的缺点

- 环中节点过多时，影响信息传输速率，响应时间延长；
- 环路是封闭的，不便于扩充；
- 环的维护比较困难；
- 点的故障会引起全网故障；
- 故障检测困难；
- 信道利用率低。

3 . 星型拓扑结构

- **星型拓扑结构**：各站点通过点到点的链路与中心站相连。如果一个工作站需要传输数据，它首先必须通过中心节点。
- 星型结构网络上的每一台终端计算机都各自使用一条线缆连接到网络中心设备上。用于构建星型网络的主要网络设备称为集线器（Hub）。网络服务器及所有上网的终端计算机都连接在这一台集线器上。

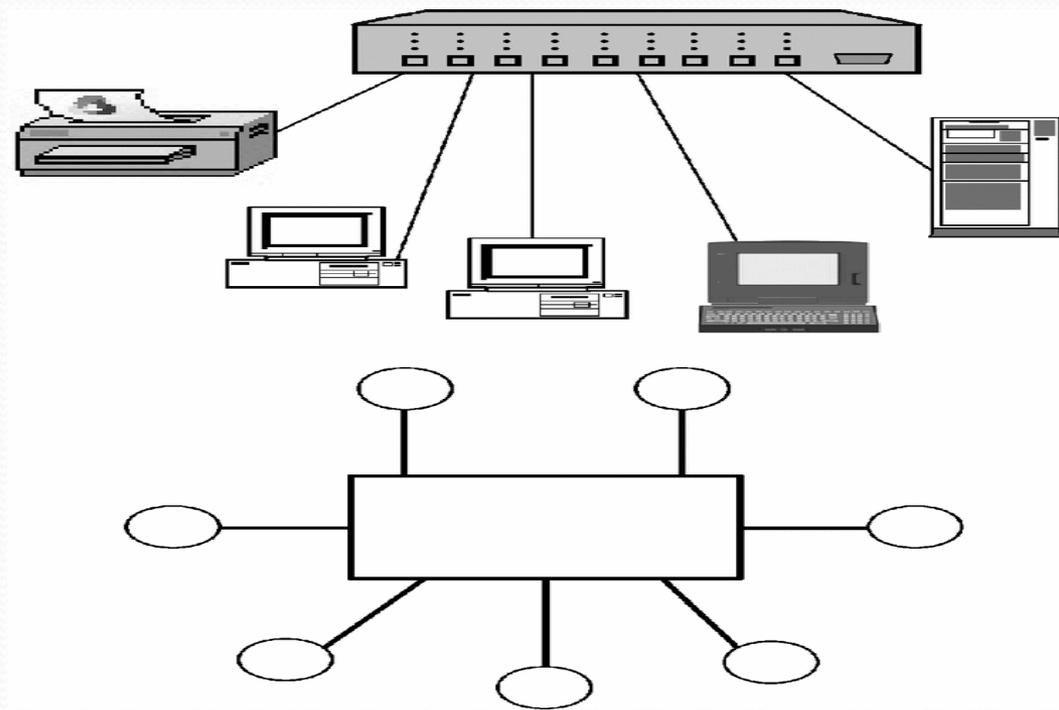


图 1-8 星型网络拓扑结构

(1) 星型拓扑的**结构特点**

- 采用网络节点由一个中心向周围发散的连接方式；
- 网络有中央节点，其他节点都与中央节点直接相连，具有隔离故障的特性；
- 星型拓扑属于集中式管理方式；
- 每个节点都有独立线路，传输数据能力强，具备同时传送数据和接收数据的能力。

(2) 星型拓扑的优点

- 结构简单，易于安装与管理；
- 容易在网络中增加新的站点；
- 数据的安全性和优先级容易控制；
- 通过中心节点容易实现网络监控；
- 故障诊断和隔离容易；
- 维护成本较低。

(3) 星型拓扑的缺点

- 所有站点都需专线连接至中心设备，线缆耗量大，建设成本较高；
- 在中心节点集线器上共享带宽，随着用户终端数量的增加，传输速率不断下降；
- 中心节点的负担较重，形成瓶颈。一旦中心节点发生故障，则全网受影响，因而对中心节点的可靠性和冗余度方面的要求很高。

4 . 树型拓扑结构

- **树型结构**：是从总线型和星型结构演变来的。网络中的节点设备都连接到一个中央设备如集线器上，但并不是所有的节点都直接连接到中央集线器，大多数的节点首先连接到一个次级集线器，次级集线器再与中央集线器连接。

- 树型结构有**两种类型**：
- 一种是由总线型拓扑结构派生出来的，它由多条总线连接而成；
- 另一种是星型结构的演变，各节点按一定的层次连接起来，形状像一棵倒置的树，故得名树型结构。

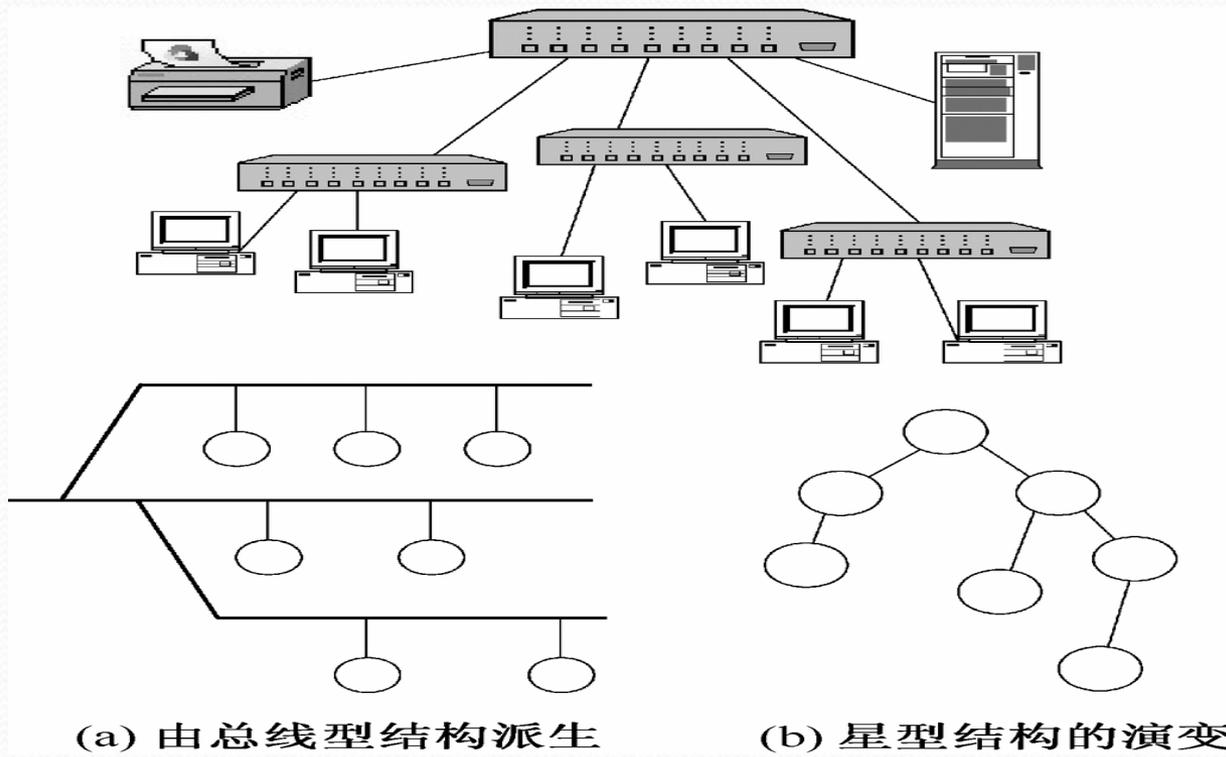


图 1-9 树型网络拓扑结构

(1) 树型拓扑的结构特点

- 树型拓扑形状像一棵倒置的树，顶端是树根，树根以下带分支，每个分支还可再带子分支。树根接收各站点发送的数据，然后再广播发送到整个网络。树型拓扑的特点大多与总线型拓扑的特点相同，但也有一些特殊之处。

(2) 树型拓扑的优点

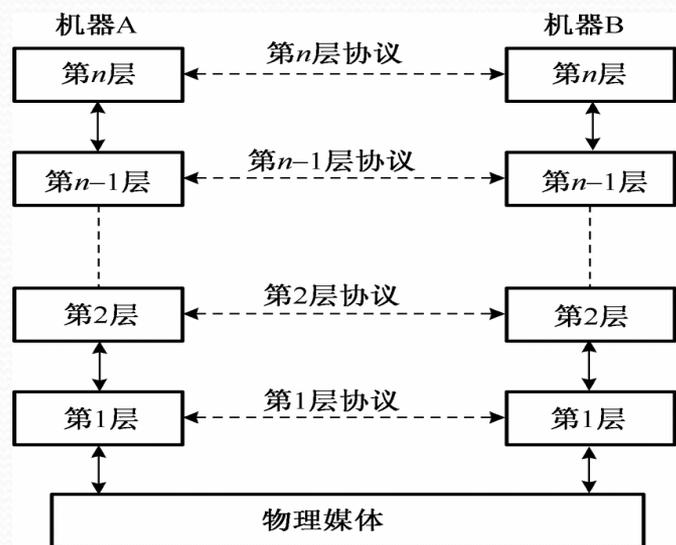
- 易于扩展；
- 可以延伸出很多分支和子分支，这些新节点和新分支都能很容易地加入网络；
- 故障隔离较容易；
- 如果某一分支的节点或线路发生故障，很容易将故障分支与整个系统隔离开来。

(3) 树型拓扑的**缺点**

- 各个节点对根的依赖性太大，如果根节点发生故障，则整个网络都不能正常工作。从这一点来看，树型拓扑结构的可靠性有点类似于星型拓扑结构。

1.5 计算机网络的层次结构

- 处理复杂问题的一个有效方法，就是用**抽象**和**划分层次**的方式来构造系统和分析问题。
- 对于计算机网络这样一个复杂的大型系统，就可以这样来处理。



1.5.1 分层的体系结构

- 计算机网络体系结构是为了完成连网计算机间的协同工作，把计算机间互连的功能划分成具有明确定义的层次，规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口服务。
- 网络体系结构是网络各层及其协议的集合，网络体系结构主要研究网络层次结构及其通信规则的约定和标准。

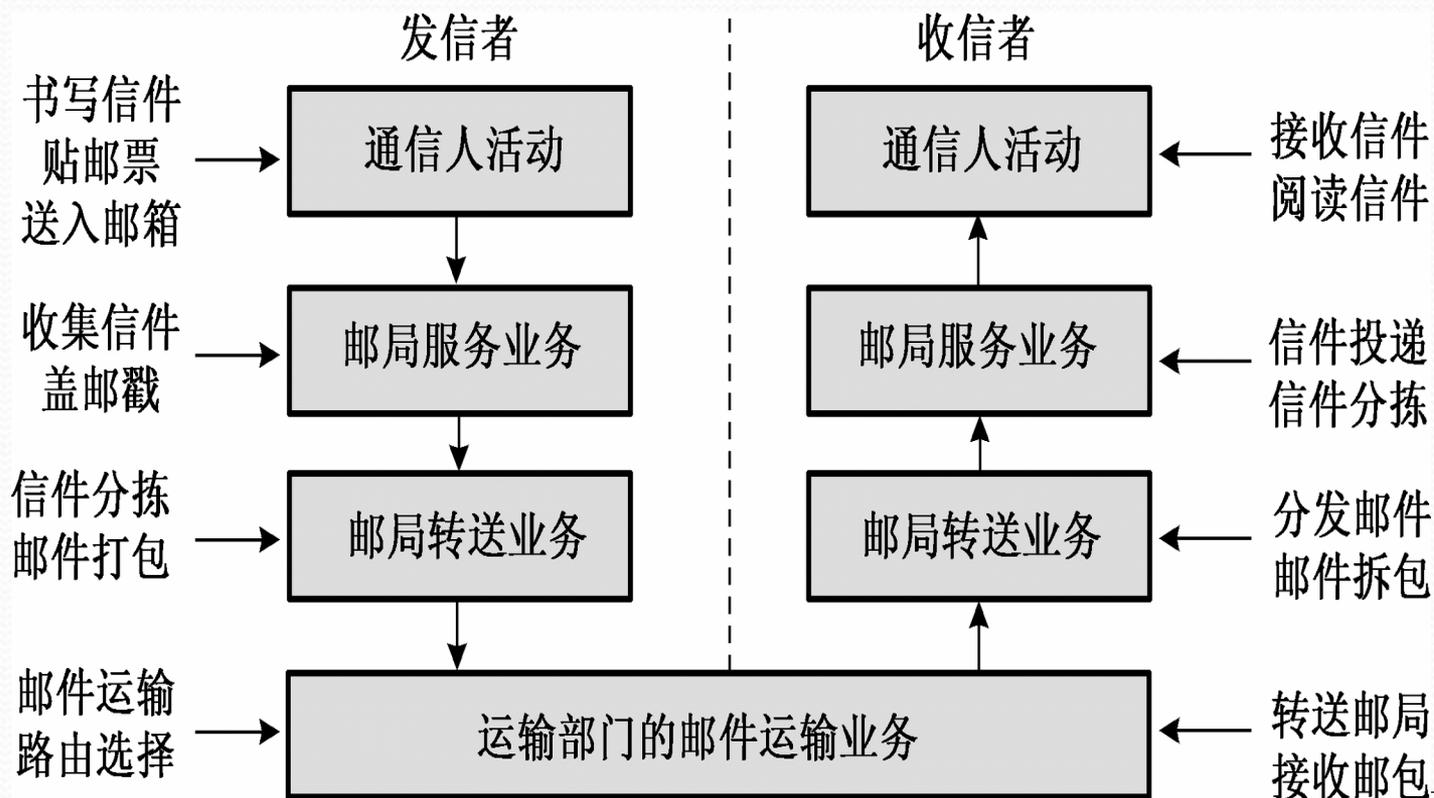


图 1-11 邮政系统信件发送、接收过程示意图

● 层次结构方法要解决的问题主要有以下三个方面：

（1）网络应该设置哪些层次？每一层的功能是什么？即分层与功能问题。

（2）各层之间的关系是怎样的？它们如何进行交互？即服务与接口问题。

（3）通信双方的数据传输要遵循哪些规则？即协议设计问题。

● 网络的层次结构方法主要包括：分层及每层功能，服务与层间接口和协议。具体内容描述如下：

- (1) 层次是人们对复杂问题处理的基本方法；
- (2) 层次结构将总体要实现的功能分配在不同层次中；
- (3) 每个层次要完成的服务及服务要求都有明确规定；
- (4) 不同的系统分成相同的层次；

- 
- (5) 不同系统的最低层之间存在着物理通信；
 - (6) 不同系统的对等层次之间存在着虚拟通信；
 - (7) 不同系统对等层之间的通信有明确的通信规定；
 - (8) 高层使用低层提供的服务时，并不需要知道低层服务的具体实现方法。

- 网络协议包括三个要素：

语义： 解释比特流每一部分的意义

语法： 是用户数据与控制信息的结构与格式

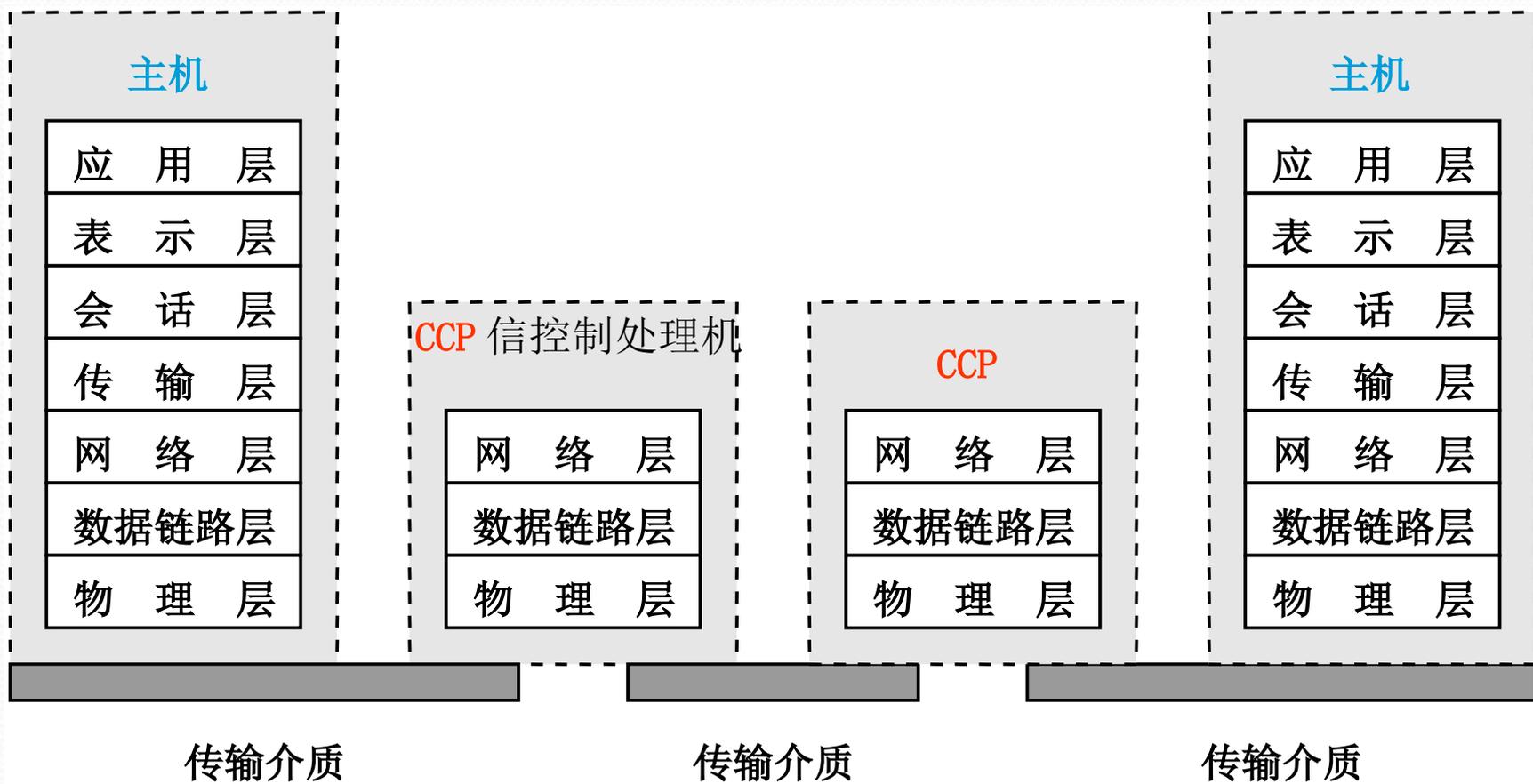
时序： 事件实现顺序的详细说明

1.5.2 OSI 参考模型

- 国际标准化组织信息处理系统技术委员会（ISO TC97）于 1978 年为开放系统互连建立了分委员会 SC16。
- 1980 年 12 月发表了第一个开放系统互连参考模型（OSI/RM：Open System Interconnection/Reference Model）的建议书。
- 1983 年它被正式批准为国际标准，即著名的 ISO 7498 国际标准。通常人们也将它称为 **OSI 参考模型**，并记为 OSI/RM，有时简称为 OSI。

OSI 参考模型将整个网络通信过程划分为七个层次：

- 物理层
- 数据链路层
- 网络层
- 传输层
- 会话层
- 表示层
- 应用层



● ISO 划分七层网络体系结构的基本原则如下：

（1）根据功能需要划分层次，每层应当实现定义明确的功能。

（2）网络中各节点都具有相同的层次，每一层功能的选择应当有助于制定国际标准化协议。

（3）不同节点的同等层具有相同的功能；同一节点内相邻层之间通过接口通信。

(4) 层次界面，即相邻层接口的选择应尽量减少通过接口的信息量。

(5) 层次功能的定义和接口的划分应使得各层彼此独立，从而在接口保持不变的条件下，某一层的改变不会影响其他层。

(6) 每层可以使用下层提供的服务，并向其上层提供服务。

(7) 不同节点的同等层通过协议来实现对等层之间的通信。

(8) 层次的数量应适当，过少会使过多功能集中在同一层，使协议变得复杂；但过多又会使整个网络体系结构过于庞大，通信处理速度下降。

1 . OSI 分层结构的相关概念

- (1) 实体与对等实体
- **实体 (Entity)** : 每一层中用于实现该层功能的活动元素, 实体既可以是软件实体 (如一个进程、电子邮件系统、应用程序等) , 也可以是硬件实体 (如终端、智能输入 / 输出芯片等) 。软件实体可以嵌入在本地操作系统中, 或者用户应用程序中。
- **对等实体 (Peer Entity)** : 不同主机上位于同一层次、完成相同功能的实体。

- (2) 对等层和对等协议
- 对等层 (Peer) : 不同主机之间的相同层次。对等层之间存在协议关系, 即对等实体之间互相通信需要遵循一定的规则, 如通信的内容、通信的方式等。
- 对等层协议 (Peer Protocol) : 对等实体之间交换数据或通信时必须遵守的规则。

- (3) 服务与接口

- **服务**：在 OSI 分层结构模型中，每一层实体为相邻的上一层实体提供的通信功能。

- **接口**：在 OSI 模型中，相邻的下层为上层提供服务的界面都有统一的规则，这个服务界面就叫接口。

- (4) 数据单元

- 在 OSI 分层结构模型中有三种不同类型的数据单元，分别是：

- ① 服务数据单元——SDU (Service Data Unit) ；

- ② 协议数据单元——PDU (Protocol Data Unit) ；

- ③ 接口数据单元——IDU (Interface Data Unit) 。

- (5) 服务类型

- 在计算机网络协议的层次结构中，层与层之间具有服务与被服务的单向依赖关系，下层向上层提供服务，而上层调用下层的的服务。因此可称任意相邻两层的下层为服务提供者，上层为服务用户。

- 下层为上层提供的服务可分为两类，分别是：

 - 面向连接服务 (Connection Oriented Service)

 - 无连接服务 (Connectionless Service)

- (6) 服务原语
- 服务是通过一组服务原语 (Primitive) 来描述的, 这些原语供用户和其他实体访问服务, 通知服务提供者采取某些行动或报告某个对等实体的活动。

- 服务原语可以分为如下 4 类：
- **请求 (Request)**：由用户发往服务提供者，请求它完成某项工作。
- **指示 (Indication)**：由服务提供者发往用户，指示发生了某些事件。
- **响应 (Response)**：由用户发往服务提供者，是对前面发生的指示的响应。
- **确认 (Confirmation)**：由服务提供者发往用户，是对前面发生的请求的证实。

2. 物理层的主要功能

- **物理层（Physical Layer）**：位于 OSI 参考模型的最底层，是构成计算机网络体系结构的基础。所有通信设备、主机都需要用物理线路相互连接。
- **主要功能**：提供数据终端设备（简称 DTE，如计算机）和数据通信设备（简称 DCE，如 Modem）之间的二进制数据传输的物理连接，将数据信息以二进制比特串的形式从一个实体经物理信道传输到另一实体。
- 物理层的数据**传输单位**：比特（bit）。

● 物理层的**四大特性**:

- (1) 机械特性
- (2) 电气特性
- (3) 功能特性
- (4) 规程特性



EIA-232-D

3 . 数据链路层的主要功能

- 数据链路层（ Data Link Layer ）：从网络层接收数据，并加上有意义的比特位形成报文头部和尾部（用来携带地址和其他控制信息）。
- 这些附加了信息的数据单元称为数据帧（ Frame ）。
- 数据链路层负责将数据帧无差错地从一个站点送达下一个相邻的站点，即通过一些数据链路层协议完成在不太可靠的物理链路上实现可靠的数据传输。

- 帧的组织结构必须设计成满足这样的功能：接收方能够准确地从物理层收到的比特流中，区分出帧的起始与终止处，即帧的定界。
- 帧定界方法一般有如下几种：
 - (1) **字符计数法**：在数据帧的头部使用一个字段来标明帧内字符数。如第一个字段为 5 时，则表示本帧有 5 个字符。这种成帧法可能因计数字段的差错（如 5 变成 7）造成无法纠正的错误，目前已经很少采用。

(2) 带字符填充的首尾标志法：每一帧以 ASCII 字符序列 DLE STX 开头，以 DLE ETX 结束。报文中若遇到 DLE，在其后再加一个 DLE；接收端在接收数据帧时，删除多余的 DLE。

(3) 带位填充的首尾标志法：每个帧使用一个特殊的二进制串 01111110 作为开始和结束标志。报文中若遇到连续的 5 个 1，在后面添加 1 个 0，这种方法也称为“0 比特填充法”；接收端在接收数据帧时，删除连续 5 个 1 后面多余的 0。

(4) 物理层编码违例法：在物理层采用特定的比特编码方法时选用这种方法，它适用于物理介质的编码策略中采用冗余技术的网络。局域网 IEEE 802 标准中就采用了这种方法。

4 . 网络层的主要功能

- **网络层（ Network Layer ）**：通信子网的运行控制，主要解决如何使数据分组跨越通信子网从源站点传送到目的站点，这就需要在通信子网中进行路由选择。
- 网络层是在利用数据链路层提供的两个相邻节点间传输数据帧的基础上，将高层用户的数据报文组装成**数据分组（ Packet ）**。分组中封装了网络层的头部，分组头部中含有源站点和目的站点的网络地址，确保数据链路层能将源端发出的报文送到目的端节点上。

● 网络层的主要功能包括：

（1）**寻址**：为了把分组传送到目的地，对目标站点进行标识。

（2）**路由选择**：通过路由选择算法为分组通过通信子网选择最适当的路径。

（3）**拥塞控制**：解决分组在传输过程中出现的阻塞、丢包等问题。

5 . 传输层的主要功能

- **传输层（Transport Layer）**：向会话层提供服务，服务内容包括**传输连接服务**和**数据传输服务**。
- 前者是指在两个传输层实体之间负责建立、维持传输连接，以及在传输结束后拆除传输连接；
- 后者则是要求在传输层对等实体之间提供互相交换数据的方法。传输层的服务，使高层的用户可以完全不考虑信息在物理层、数据链路层和网络层通信的详细情况，方便用户使用。

- 传输层要达到两个**主要目的**：提供可靠的端到端的通信和向会话层提供独立于网络的传输服务。
- 传输层的**基本功能**：从会话层接收数据。如果接收的报文过大，则需将报文划分成较小的报文段（ Segment ），再传送给网络层，同时要保证各段信息的正确性。在接收端需要将接收到的报文段按照发送顺序拼接成报文，正确地交给接收端的会话层。

6 . 会话层的主要功能

- 会话层（ Session Layer ）：是网络对话控制器，它建立、维护和同步通信设备之间的交互操作，保证每次会话都正常关闭，而不会突然中断。
- 会话层的主要功能：在两个节点间建立、维护和释放面向用户的连接，并对会话进行管理和控制，保证会话数据可靠传输。

- 会话连接和传输连接之间有以下 3 种关系：

- (1) 一对一关系：即一个会话连接对应一个传输连接。

- (2) 一对多关系：一个会话连接对应多个传输连接。

- (3) 多对一关系：多个会话连接对应一个传输连接。

7. 表示层的主要功能

- **表示层（Presentation Layer）**：提供了一种对不同控制码、字符集和图形字符等的解释，而这种解释是使两台设备都能以相同方式理解相同的传输内容所必须的。表示层还负责为安全性引入的数据加密和解密，以及为提高传输效率提供必需的数据压缩及解压等功能。

● 表示层的**功能**主要有以下几点：

- (1) 语法转换：将抽象语法转换成传送语法，并在对方实现相反的转换。涉及的内容有代码转换、字符转换、数据格式的修改，以及对数据结构操作的适应、数据压缩、加密等。
- (2) 语法协商：根据应用层的要求选用合适的上下文。
- (3) 连接管理：利用会话层服务建立表示层连接，管理在这个连接之上的数据传输和同步控制，以及正常地或异常地终止这个连接。

8 . 应用层的主要功能

- 应用层（ Application Layer ）：是 OSI 参考模型的最高层，它是应用进程访问网络服务的窗口。这一层直接为网络用户或应用程序提供各种各样的网络服务，它是计算机网络与最终用户之间的接口。

● 应用层的**主要功能**包括：

- (1) 为应用程序提供网络服务，例如文件服务、打印服务、电子邮件与其他网络软件服务等。
- (2) 需要识别并保证通信对方的可靠性，使得协同工作的应用程序之间保持同步。
- (3) 要负责建立传输错误纠正与保证数据完整性的控制机制。

1.5.3 TCP/IP 参考模型

- TCP/IP 是一组通信协议的统一称谓，它是因特网的核心。
- TCP/IP 协议一共出现了 6 个版本，后 3 个版本是版本 4、版本 5 与版本 6；目前我们使用的是版本 4，一般被称为 IPv4；IPv6 被称为下一代的 IP 协议。
- TCP/IP 参考模型共分为四个层次，分别是网络接口层、网际层、传输层和应用层。

1. TCP/IP 参考模型的特点

● TCP/IP 参考模型有如下几方面的特点：

(1) 开放的协议标准，可以免费使用；

(2) 独立于特定的计算机硬件与操作系统；

(3) 独立于特定的网络硬件，可以运行在局域网、广域网，更适用于互联网中；

(4) 统一的网络地址分配方案，使得整个 TCP/IP 设备在网络中都具有唯一的地址；

(5) 标准化的高层协议，提供多种可靠的用户服务。

2. TCP/IP 参考模型各层功能

- (1) 网络接口层
- 是 TCP/IP 参考模型的最低层，负责通过网络发送和接收 IP 数据报；
- 允许主机连入网络时使用多种现有的或主流的协议，
- 当一种物理网络被作为通道用于传送 IP 数据包时，就可以认为是网络接口层的内容；
- 充分体现 TCP/IP 协议的兼容性与适应性，它也为 TCP/IP 的成功奠定了基础。

- (2) 网际层
- 相当 OSI 参考模型网络层的无连接网络服务；
- 主要处理网络互连过程中的寻址、路由选择、流量控制与拥塞控制等问题；
- IP 协议是一种无连接的、提供“尽力而为”服务的网络层协议。

- (3) 传输层

- 主要功能是在互连网中源主机与目的主机的对等实体间建立用于会话的端到端连接；
- 提供的传输控制协议 TCP 是一种可靠的面向连接协议；
- 用户数据报协议 UDP 是一种不可靠的无连接协议。

- (4) 应用层

- 主要提供丰富的互联网应用协议，如：

网络终端协议 Telnet ； 文件传输协议 FTP ；

简单邮件传输协议 SMTP ； 域名系统 DNS ；

简单网络管理协议 SNMP ； 超文本传输协议 HTTP

。

3 . TCP/IP 的各层协议结构

- TCP/IP 参考模型提供的四个层次的协议分别如下：
- （1）网络接口层协议：用于使用串行线路连接主机与网络，或连接网络与网络的场合，这就是 SLIP 协议和 PPP 协议。

使用串行线路进行连接的例子，如家庭用户使用电话

线和调制解调器接入网络，或两个相距较远的网络利用数据专线进行互联等。

- (2) 网际层协议：主要包含五个协议：
IP、ARP、RARP、ICMP 和 IGMP。
- IP 是用于传输 IP 数据报的协议，
- ARP 实现 IP 地址到物理地址的映射，
- RARP 实现物理地址到 IP 地址的映射，
- ICMP 主要用于在网际层上控制信息的产生、发送、接收和分析处理，
- IGMP 是实现组播管理功能的协议。

- (3) 传输层协议：有两个主要的协议：TCP 协议和 UDP 协议。
- **UDP** 协议是一种简单的面向数据报的传输协议，它提供的是无连接的、不可靠的数据报服务，通常用于不要求可靠传输的场合；
- **TCP** 协议用于在一个不可靠的网络中，为应用程序提供可靠的端系统间的字节流服务。

- (4) 应用层：包含了许多使用广泛的网络应用协议，主要的应用层协议有：
 - **Telnet**：提供远程登录的
 - **FTP**：提供文件传输的
 - **DNS**：提供域名服务的
 - **SMTP**：提供邮件传输的
 - **NTTP**：网络新闻
 - **HTTP**：超文本传输协议。

1.5.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 的比较

- (1) OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的相同点有：
- 它们都是层次结构的模型。
- 其最低层都是面向通信子网的；它们都有传输层，且都是第一个提供端到端数据传输服务的层次，都能提供面向连接或无连接的传输服务。
- 其最高层都是向各种用户应用进程提供服务的应用层。

- (2) OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的不同点有 :

- 两者所划分的层次数不同, OSI 划分为 7 层, TCP/IP 划分为 4 层;

- TCP/IP 参考模型中特别强调了互联网层, 其中运行的 IP 协议是 Internet 的核心协议, 且互联网层向上只提供无连接的服务, 而不提供面向连接的服务。

- 在 OSI 参考模型中，有 3 个基本概念：服务、接口和协议；而在 TCP/IP 模型中并不十分清晰地区分服务、接口和协议这些概念。
- OSI 参考模型是在其协议被开发之前设计出来的，这意味着 OSI 模型并不是基于某个特定的协议集而设计的，因而它更具有通用性；而 TCP/IP 模型正好相反，先有协议，后建模型，因而协议与模型非常吻合，但随之带来的问题是 TCP/IP 模型不支持其他协议集。

1.6 计算机网络的性能指标

● 1. 速率

网络技术中的速率指的是链接在计算机网络上的机在数字信道上传送数据的速率，也称为数据率或者比特率。速率的单位是 b/s （比特每秒）或者 bit/s ，也可以写为 bps 。当数据率较高时，可以使用 Kb/s （ $\text{K}=10^3=\text{千}$ ）、 Mb/s （ $\text{M}=10^6=\text{兆}$ ）、 Gb/s （ $\text{G}=10^9=\text{吉}$ ）或者 Tb/s （ $\text{T}=10^{12}=\text{太}$ ）。

● 2. 带宽

在局域网和广域网中，都使用带宽（Bandwidth）来描述它们的传输容量。

带宽本来是指某个信号具有的频带宽度，带宽的单位为赫（Hz）。

在通信线路上传输模拟信号时，将通信线路允许通过的信号频带范围称为线路的带宽（或通频带）。

● 3. 吞吐量

● 吞吐量（Throughout）指一组特定的数据在特定的时间段经过特定的路径所传输的信息量的实际测量值。

● 决定吞吐量的因素主要有：网络互连设备，网络上所传输的数据类型，网络的拓扑结构，网络上的并发用户数量，用户的计算机性能，网络服务器性能，网络拥塞程度等。

- 4. 时延

- 时延（Delay 或 Latency）指一个报文或分组从一个网络（或一条链路）的一端传输到另一端所需的时间。

- （1）发送时延

- （2）传播时延

- （3）处理时延

- （4）排队时延

- 5. 时延带宽积
- 把网络的两个性能指标传播时延和带宽相乘，就得到另外一个度量：时延带宽积。
- 6. 往返时间 RTT
- 在计算机网络中，往返时间 RTT 也是一个重要的性能指标，表示从发送方发送数据开始，到发送方收到来自接收方的确认，总共经历的时间。

- 7. 利用率:

- 分为**信道利用率**和**网络利用率**:

(1) **信道利用率**: 指出某信道有百分之几的时间是被利用的。

(2) **网络利用率**: 是全网络的信道利用率的加权平均值。

1.7 计算机网络的应用

- 1. 商业应用
- 实现资源共享，最终打破地理位置的束缚。
- 提供强大的通信和信息交换功能。如电子邮件服务、实时通信服务、视频会议等。
- 商业方面最突出的应用就是电子商务活动。如企业之间进行 B2B 电子商务应用、企业和消费者之间进行的 B2C 应用、消费者互相之间进行的 C2C 应用等。

- 利用计算机网络实现企业的信息化。如企业 MIS 系统、企业 ERP 系统等。
- 利用计算机网络实现企业办公自动化。如各种企业和单位的 OA 系统等。

● 2. 家庭应用

- 在家庭和个人应用方面最基本的就是利用因特网访问远程信息。如浏览 Web 页面获得娱乐、科学等信息。
- 个人之间的通信。如 QQ、MSN 等即时消息服务等。
- 交互式娱乐。如视频点播、即时评论、网络游戏等。
- 网上购物、网络支付、在线投资等。
- 信息检索。
- 用户在家方便地进行远程教育和网上在线学习。