

第 1 章

认识计算机网络

计算机网络（以下简称网络）是人类最伟大的发明之一，影响着现代社会生活的各方面，并发展为一门专业的学科。网络的出现极大地改变了人们的社交方式，成为人们生产生活中不可或缺的组成部分。本章主要讲解网络相关基础知识。

要点难点

- 网络的产生与发展
- 网络的定义和组成
- 网络的分类和结构
- 网络的主要应用

1.1 网络的出现与发展

网络的出现与发展离不开计算机技术的发展与人们的需求。在计算机发展历史中，随着大量大型计算机在美国重要部门的普及和使用，通信和安全问题也随之出现。

1.1.1 网络的出现

具有现代意义的网络出现在20世纪60年代，为了防止在特殊时期，中心型网络的中央计算机一旦被摧毁，整个网络就会全部瘫痪的情况发生，美国国防部高级研究计划局（ARPA）急于寻找一种没有中央核心的计算机通信系统。在这套特殊的系统中节点设备之间互相独立，作用级别相同，并且彼此之间可以互相通信。

1969年，ARPA资助并建立的ARPA网络（ARPANET），如图1-1所示，将美国西南部的University of California Los Angeles（加利福尼亚大学洛杉矶分校）、Stanford Research Institute Research Lab（斯坦福大学研究学院，图中为SRI Research Lab）、University of California Santa Barbara（加利福尼亚大学圣巴巴拉分校）和University of Utah（犹他大学）的计算机主机连接起来。这就是网络的雏形，也是因特网（Internet）的雏形。此后ARPANET的规模不断扩大，到20世纪70年代节点超过60个，主机有100多台。连通了美国东西部的许多大学和科研机构，并通过卫星与夏威夷和欧洲地区的计算机网络互联互通。

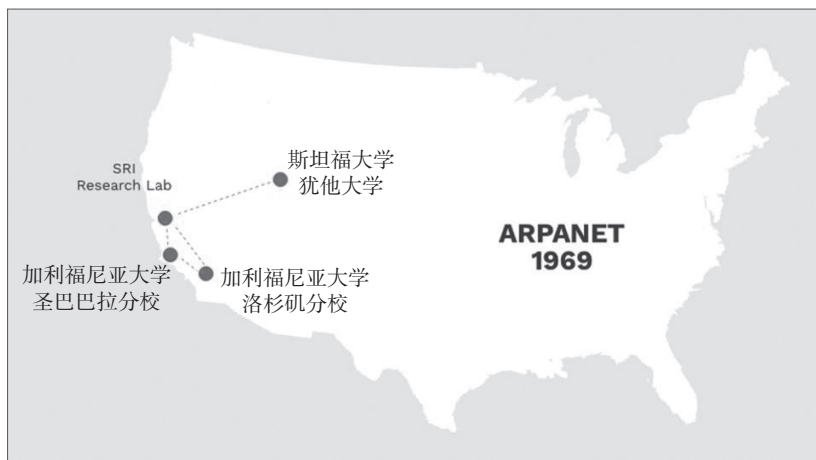


图 1-1

1.1.2 网络的发展

网络的发展大致经历了4个阶段，各阶段的代表性特点和优缺点如下。

1. 终端远程联机阶段

在20世纪50年代中后期，出现了由一台高性能的中央主机作为数据信息存储和处理的中心设备，然后通过通信线路将多个地点的终端连接起来，构成以单个计算机为中心的远程联机系统，也就是第一代计算机网络。它是以批处理和分时系统为基础所构成的一个最简单的网络体系。其中各终端分时访问中心计算机的资源，中心计算机再将处理结果返回对应终端，终端没

有数据的存储和处理能力，该拓扑结构如图1-2所示。当时美国的航空售票系统就采用了该种模式的网络。

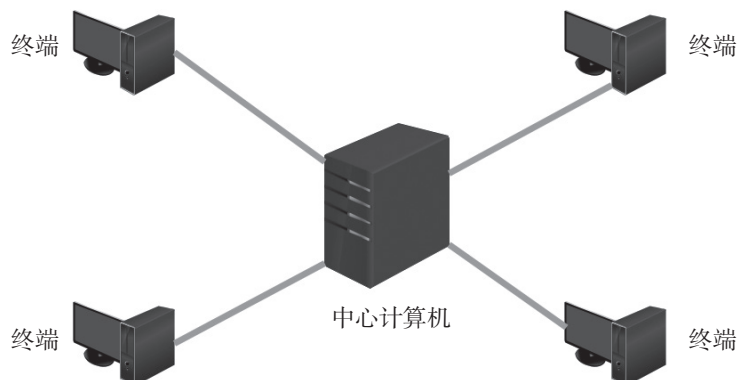


图 1-2

✓ 知识点拨 拓扑结构

拓扑结构是指计算机网络中各节点和链路的物理布局或逻辑连接方式，它定义了网络中各设备如何相互连接，以及数据如何在网络中传输。

这种结构网络的缺点是对中心计算机的要求高，终端对中心计算机的依赖程度也高。如果中心计算机负载过重，会使整个网络的性能下降。如果中心计算机发生故障，整个网络系统就会瘫痪。而且该网络中只提供终端与中心计算机之间的通信，无法做到终端间的通信。但当初的设计目的——实现远程信息处理，达到资源共享，已经基本实现。

2. 计算机互联阶段

随着大型主机与程控交换技术的出现与发展，提出了对大型主机资源远程共享的要求。前面介绍的ARPANET就是在该阶段出现的。该阶段的网络逻辑拓扑结构如图1-3所示。该阶段的网络已经摆脱了中心计算机的束缚，多台独立的计算机通过通信线路互联，任意两台计算机间通过约定好的“协议”进行通信，此时的网络也称为分组交换网络。该时期的网络多以电话线路以及少量的专用线路为基础，目标是“以能够相互共享资源为目的、互联起来的具有独立功能的计算机的集合体”。

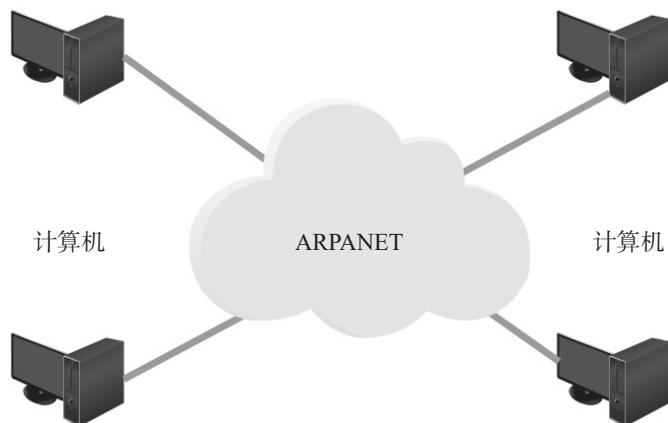


图 1-3

3. 网络标准化阶段

随着计算机技术的成熟，价格也在逐渐降低，越来越多的使用者加入到了网络中，网络规模变得越来越大，通信协议也越来越复杂。各个计算机厂商以及通信厂商各自为政，自有产品都使用自有协议，导致在网络互访方面给用户造成了很大的困扰。1984年，国际标准化组织（ISO）制定了一种统一的网络分层结构——OSI参考模型，将网络分为七层。在OSI七层模型中，规定了网络设备在对应层之间必须能够通信。网络的标准化大大简化了网络通信结构，让异构网络（图1-4）互联成为可能。

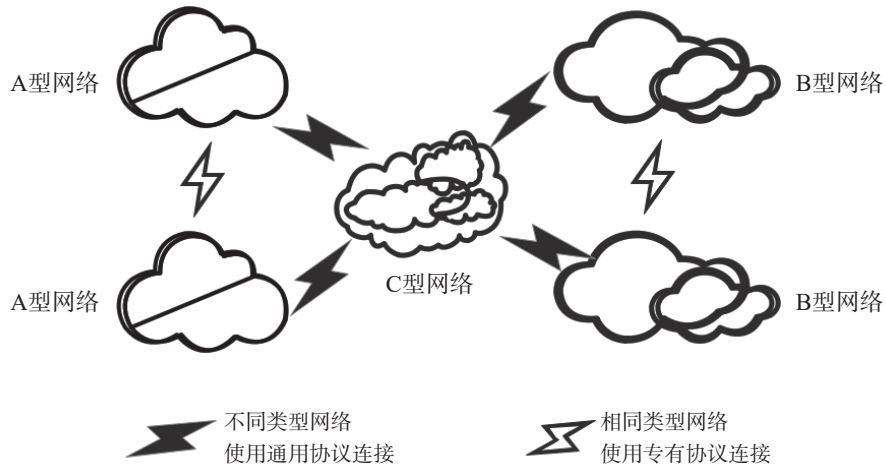


图 1-4

4. 信息高速公路阶段

随着TCP/IP协议的广泛应用，在ARPANET的基础上，形成了最早的Internet网骨干。而后被美国国家科学基金会规划建立的13个国家超级计算机中心及国家教育科技网所代替，后者变成了Internet的骨干网。20世纪80年代末开始，局域网技术发展成熟，并出现了光纤及高速网络技术。20世纪90年代中期开始，互联网进入高速发展阶段，以Internet为核心的第四代计算机网络出现。第四代网络也称为信息高速公路（高速、多业务、大数据量）。发展到现在，网络及网络应用已经深入人们生活的各方面：网上直播、网上购物、网上会议、订票、挂号、点餐、游戏、网上视频、网上银行等，都在彰显着网络的重大作用，如图1-5及图1-6所示。所以每个人都有必要学习一定的网络相关知识。



图 1-5



图 1-6

1.2 认识网络

网络的发展及应用层次也代表着社会生产力的发展程度。在讲解了网络的出现和发展后，下面重点讲解网络的相关定义及主要的性能指标。

1.2.1 网络的定义

“网络”指利用通信线缆、无线技术、网络设备等（链路），将不同位置的设备（节点）连接起来，如图1-7所示，通过共同遵守的协议、网络操作系统、管理系统等，实现硬件、软件、资源、数据信息的共享、传递的一整套功能完备的系统。



图 1-7

当然现在的网络连接的终端设备已经不仅仅局限于计算机，而是包括一切可以连接到网络上，并可以相互通信的网络终端设备，如常见的智能手机、智能电视、智能门禁系统、智能冰箱、网络打印机、网络摄像机、各种智能穿戴设备、各种嵌入式设备等，如图1-8所示。它们都可以通过有线或无线的方式接入网络，用户可以在任意位置获取设备状态信息并控制它们。



图 1-8

1.2.2 网络的组成

通常来说，由处于核心的网络通信设备（主要是路由器）、网络操作系统以及各种线缆组成的结构叫作通信子网，主要目的是传输及转发数据。而所有互联的设备，无论是提供共享资源的服务器，还是各种访问资源的计算机及其他网络终端设备，都叫作资源子网，负责提供及获取资源。网络的组成结构如图1-9所示。

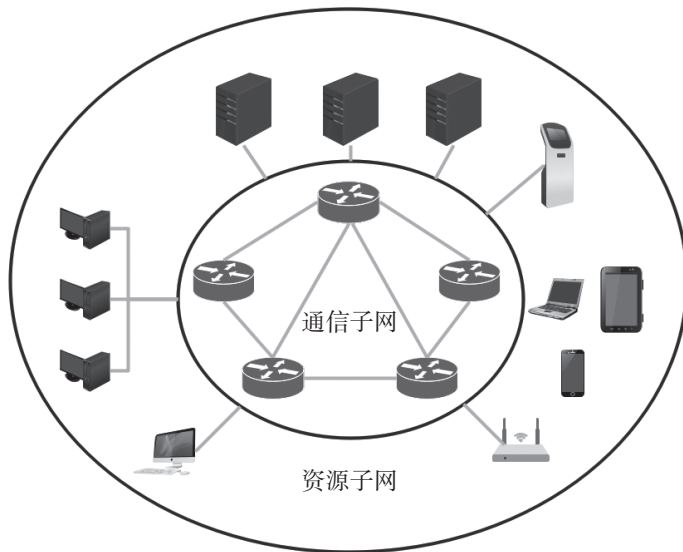


图 1-9

1. 通信子网

通信子网由转发节点和通信链路组成。通信设备、网络通信协议、通信控制软件等属于通信子网，是网络的内层，负责信息的传输。其主要功能是为用户提供数据的传输、转接、加工、变换等。简单来说，通信子网的任务是在端节点之间传送报文。

2. 资源子网

资源子网由计算机系统、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源与信息资源组成。资源子网主要负责全网的信息处理和数据处理业务，向网络用户提供各种网络资源和网络服务，为网络用户提供网络服务和资源共享功能等。

1.2.3 网络的性能指标

网络的性能指标代表网络的通信质量，通过网络性能指标可以评判网络的承载能力以及网络通信质量的高低，常见的性能指标有以下几种。

1. 带宽

网络的带宽是指单位时间内某网络可通过的最高数据量，常用的单位是b/s（bit per second，比特每秒）。如某网络的带宽是100Mb/s，代表每秒可以传输100Mb的数据。在实际使用中常把b/s省略，直接称该带宽为100M。

❶ 注意事项 网速与存储单位的换算

计算机使用字节（Byte）作为存储单位，位（bit）表示信息的最小单位，8位（8bit）组成1字节（Byte），简称B，此时1Byte=8bit。

在实际应用中，因为ISP提供的线路带宽的单位是比特每秒，而一般下载软件显示的是存储单位，也就是字节每秒，所以要通过换算（带宽/8）才能得实际值。如100Mb/s网络带宽的理论下载速度或者下载工具显示的速度在12.5MB/s左右。

带宽越大，单位时间内经过的数据越多，下载速度也就越快。在计算机的网卡属性中，可以看到当前网络速度为1.0Gb/s（1000Mb/s），如图1-10所示。

2. 时延

时延也就是常说的网络延迟，指一个数据包从用户的设备发送到测速点，然后再立即返回用户设备的来回时间，以毫秒（ms）计算。一般时延在0~100ms都是正常的速度，不会有较明显的卡顿。如使用ping命令，可以看到当前的时延为11ms，如图1-11所示。时延越小，网络应用就越顺畅，尤其是实时游戏，对时延非常敏感，关系到游戏流畅度。

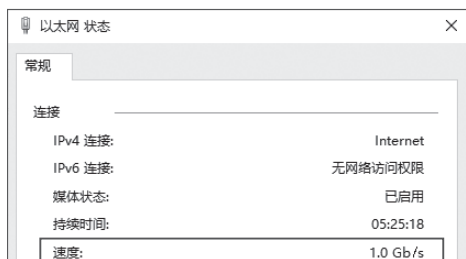


图 1-10

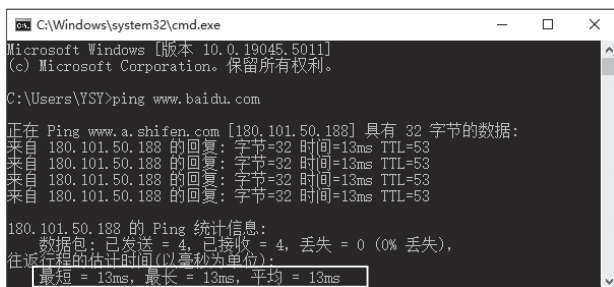


图 1-11

3. 抖动

抖动指最大时延与最小时延的时间差，如访问一个网站的最大时延是10ms，最小时延为5ms，那么网络抖动就是5ms，抖动可以用来评价网络的稳定性，抖动越小，网络越稳定。可以使用测速网站来查看抖动和其他网络参数指标，如图1-12所示。

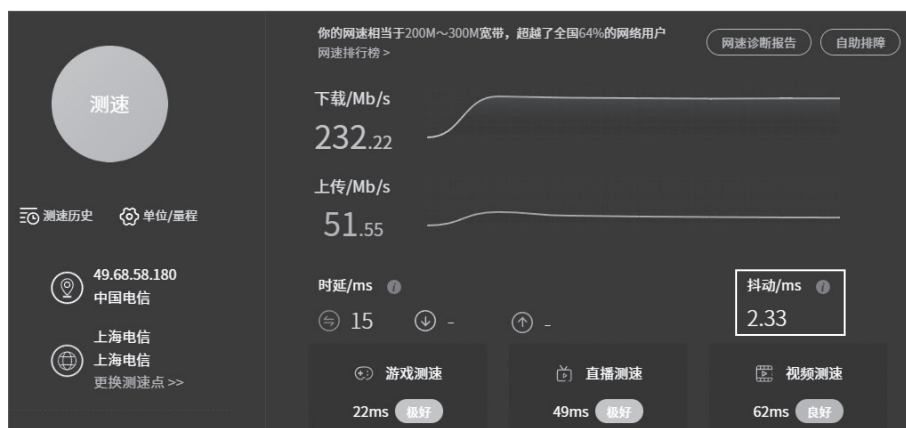


图 1-12

4. 丢包

简单来说，丢包就是指一个或多个数据包的数据无法通过网络到达目的地，接收端如果发现数据丢失，会根据队列序号向发送端发出请求，进行丢包重传。丢包的原因比较多，最常见的可能是网络发生拥塞，数据流量太大，网络设备处理不过来等情况。

丢包率是指测试中丢失数据包的数量占发送数据包的比率。如发送100个数据包，丢失一个数据包，那么丢包率就是1%。丢包率较高时，也可以通过ping命令查看，丢包率较高时，应用、游戏会发生明显的掉线、卡顿的情况。

1.3 网络的主要功能

网络的基本功能是网络设备之间可以相互通信并共享资源。资源可以是数据、文件或硬件等。此外，网络还为用户的各种网络应用程序，如社交、购物和娱乐等，提供计算和交互服务。下面介绍网络的一些主要功能。

1.3.1 数据传输

数据传输也叫数据通信或数据交换，是网络的基本功能。数据按照设备之间使用的通信协议和目标设备的地址，利用网络在多个设备之间进行数据的快速转发，最终交付给目标设备。能否将数据安全、准确、快速地传递给目标设备，也是衡量一个网络质量好坏的重要标准。现在使用的电子邮件、即时通信软件、各种App等网络应用，都必须通过数据的传输才能正常使用，如图1-13所示。



图 1-13

1.3.2 资源共享

网络建立的初衷是为了资源共享。在网络资源的共享中包括硬件的共享、软件的共享和数据的共享。硬件的共享如打印机、专业设备和超级计算机等，如图1-14所示；软件的共享包括各种大型、专业级别的处理、分析软件；数据的共享如各种数据库、文件、文档等，如图1-15所示。有些软硬件以及数据不可能为每个用户配备，需要专业的机构进行管理。资源的共享可以提高资源利用率、平摊成本、减少重复浪费、便于维护和开发等。尤其是现在的大数据时代，数据的共享和综合利用，可以让用户获取更加专业、及时、准确的信息，成为决策支持的重要技术手段。

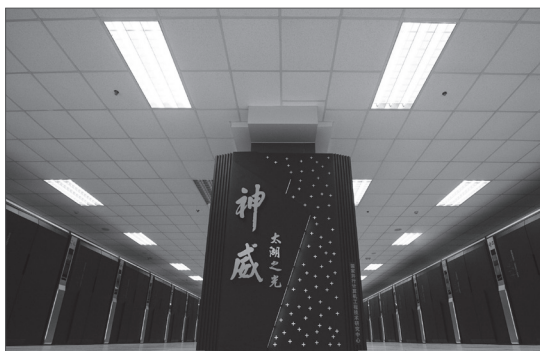


图 1-14



图 1-15

1.3.3 提高系统的可靠性与访问质量

大型门户网站、数据中心，以及一些关键部门，如金融业、联网售票系统、电商平台等，

所需要的不仅仅是传输速度，更需要网络的稳定性和安全性，所以必须有一个可靠的冗余备份系统。

1. 提高系统的可靠性

依靠强大的网络，企业可以在不同地理位置的数据中心部署多个冗余服务器。这些服务器在平时提供网络服务的基础上，还会通过高速网络，在服务器之间进行数据的同步工作，一旦主服务器出现故障，安全系统就会按照预案启动备用服务器，并立即接管主服务器的各项事务，继续进行正常的网络服务。此外一旦某区域的网络出现瘫痪，备份系统也会按照配置，利用其他区域数据中心的冗余服务器继续提供服务。

2. 提高访问质量

随着网络技术和网络设备的发展与更新换代，网络主干的承载能力也变得愈加强大。但是在一些特定区域的特定时间段内，某些服务器的访问量会非常高，而有些区域访问量则非常低，从而造成服务器负载不均。此时，可以将大量的访问按照某种策略进行引导分流，让某个区域的用户访问指向某个特定数据中心的服务器。这样就可以做到服务器的负载均衡，达到服务器和网络的最大利用率，从而保证整体的访问质量。

现在的服务器负载均衡和冗余备份可以同时使用，如图1-16所示。

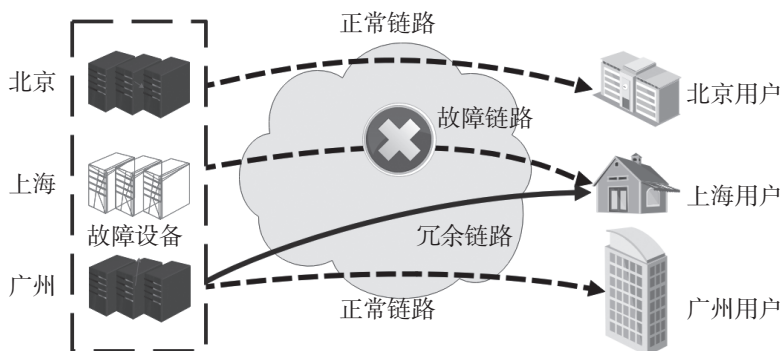


图 1-16

✓ 知识点拨 CDN

其实在访问某些网站时，所访问的不全是主服务器，而是CDN（Content Delivery Network，内容分发网络）。CDN是构建在现有网络基础之上的智能虚拟网络，依靠部署在各地的边缘服务器，通过中心平台的负载均衡、内容分发、调度等功能模块，使用户就近获取所需内容，降低网络拥塞，提高用户的访问响应速度和命中率。CDN的关键技术主要有内容存储和分发技术。整个访问过程如图1-17所示，将用户的访问通过全局负载均衡服务器转移给区域的负载均衡服务器，最后到达CDN的缓存服务器，用户可以从CDN服务器快速获取网站的相应内容。现在大部分门户网站使用的都是这种技术。

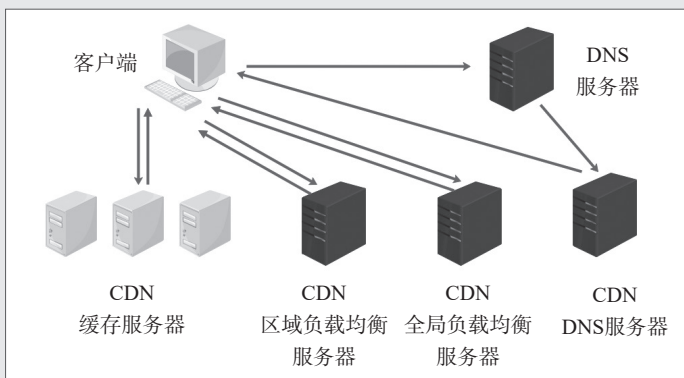


图 1-17

1.3.4 分布式处理及存储

有些大型或者超大型数据计算或处理任务，单独的服务器无法完成，而借助于网络，按照一定的算法将任务分拆，可通过网络中的多种计算资源共同完成。通过这种分布式的处理方式可以提高处理的效率并降低成本。而且通过网络存储，可以确保数据的防篡改以及安全性。最经典的案例就是区块链技术，如图1-18所示。



图 1-18

1.3.5 综合信息服务

在网络广泛应用的基础上，使得依托于网络的应用日趋多元化，包括提供多媒体的应用，以及新兴应用，如网上交易、远程监控、视频会议、网络直播、微信、各种小程序等。

1.4 网络的分类和结构

按照不同的标准，网络有很多种分类方式，下面主要介绍网络的常见分类以及常见的拓朴结构。

1.4.1 网络的分类

常见的网络分类按照网络覆盖范围和采用技术的不同划分为以下几种。

1. 个域网

个域网（Personal Area Network, PAN）通常是围绕个人而搭建的网络，范围在10m以内，通常包含计算机、智能手机、个人外设、其他终端设备等。可以通过线缆、无线等技术进行设备间的连接，用来传输各种音视频文件等。

2. 局域网

局域网（Local Area Network, LAN）是指将较小范围内（一般指10km以内）的计算机或数据终端设备连接在一起组成的通信网络。局域网通常应用于几百米到10km内的办公楼群，如常

见的某栋办公楼、某居民楼、某公司、某店铺等，如图1-19所示，支持范围非常灵活。

局域网的特点是分布距离近、连接范围小、用户数量少、传输速度快、连接费用低、数据传输误码率低。目前大部分局域网的运行速度为100Mb/s，并正在向1000Mb/s过渡，而现在较新的计算机主板也配备了2.5Gb/s或10Gb/s的网卡。现在大部分无线局域网通过无线路由器支持无线连接，使局域网的接入更加灵活方便。

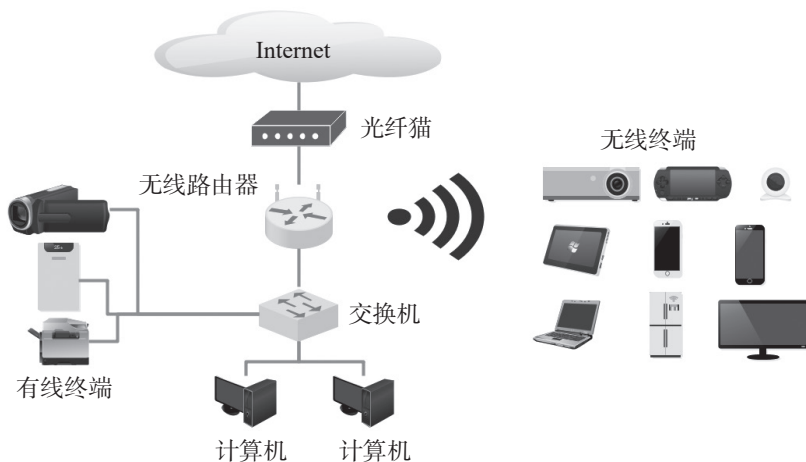


图 1-19

3. 城域网

城域网（Metropolitan Area Network, MAN）指的是覆盖城市级别范围的大型局域网。城域网既可以覆盖相距不远的几栋办公楼，也可以覆盖一个城市；既可以是私有网，也可以是公有网。城域网由于采用了具有有源交换元件的局域网技术，网中传输延时相对较小，传输媒介主要采用光纤以及无线技术。例如某高校在城市中有多个校区或者行政办公位置，通过网络将这些校园网连接起来就形成了城域网，如图1-20所示。城域网的连接距离可以为10~100km。与局域网相比，城域网扩展的距离更远，覆盖的范围更广，传输速率高，技术先进、安全，但实现费用相对较高。

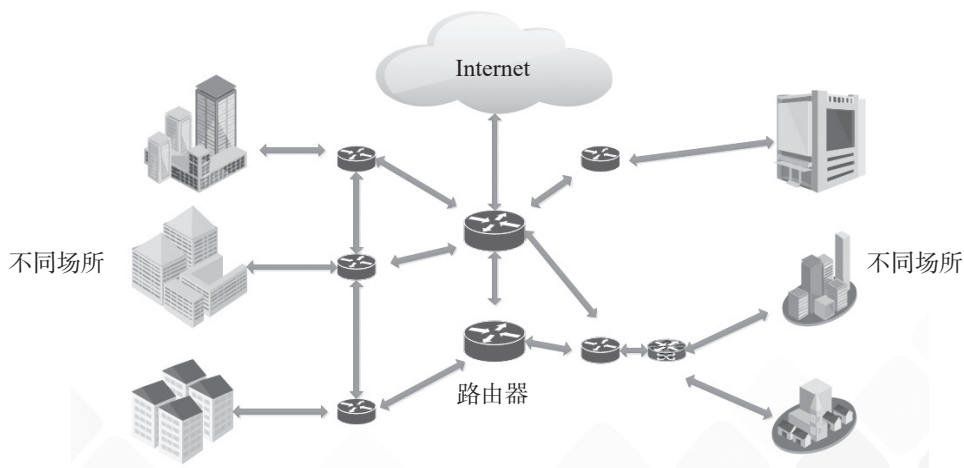


图 1-20

4. 广域网

广域网（Wide Area Network, WAN）也称远程网。通常跨越很大的物理范围，所覆盖的范围从几十千米到几千千米，能连接多个城市或国家，或横跨几个洲提供超远距离通信，形成国际性的远程网络。覆盖的范围比城域网更广。广域网的通信子网主要使用分组交换技术，可以利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网。广域网可以将分布在不同地区的局域网或计算机互联起来，达到资源共享的目的。广域网的特点是覆盖范围最广、通信距离最远、技术最复杂、建设费用最高。日常使用的Internet就是广域网的一种，也是最大的广域网。

1.4.2 网络的常见结构

常见的网络结构根据实现原理和拓扑结构关系，通常分为以下四种结构。

1. 总线型拓扑

总线型拓扑使用单根传输导线作为传输介质，该导线也叫作总线。网络中的所有节点都直接连接到该总线上，如图1-21所示。总线型网络的数据传输采用广播的方式，某个节点设备开始传输数据时，会向总线上所有的设备发送数据包，其他设备接收后，校验包的地址是否和自己的地址一致，如果一致，则保留；如果不一致，则丢弃。总线型网络的组网成本低，仅需要铺设一条总线线路，不需要其他网络设备。但随着设备增多，每台设备的带宽逐渐降低（每台设备只能获取到 $1/N$ 的带宽）。线路发生故障后，排查困难。向网络中添加新的设备也非常不便，会造成网络的中断。

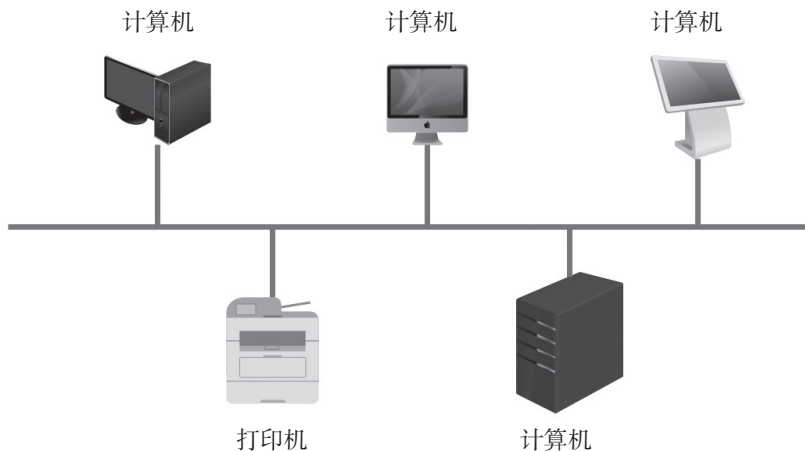


图 1-21

✓ 知识点拨 总线型网络的应用

总线型网络现在应用较少，但也有其适用环境，如电力猫就是使用家庭中的强电电缆进行数据传输的设备，其使用的就是总线型，方便在没有铺设网线的家庭中使用。

2. 星形拓扑

星形拓扑结构网络由中心节点和其他从节点组成，中心节点可直接与从节点通信，而从节点间必须通过中心节点才能通信，中心节点执行集中式通信控制策略。在星形网络中，中心节点通常由集线器设备（如交换机）充当，如图1-22所示。

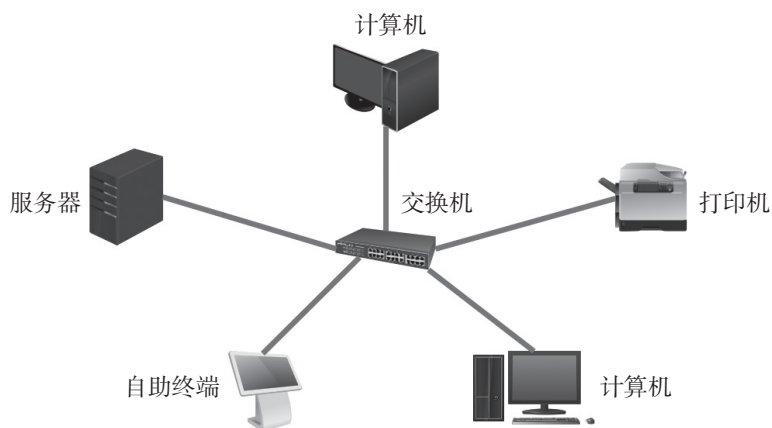


图 1-22

星形拓扑结构简单，可使用网线直接连接，添加删除节点方便，容易维护。一个节点发生故障，不影响其他节点的正常运行。升级时只要对中心设备或对应的线路进行更新即可。

但星形拓扑对中心设备的依赖度高，对中心设备的性能和稳定性要求较高，如果中心节点发生故障，整个网络将会瘫痪。

3. 环形拓扑

如果把总线型网络首尾相连，就是一种环形拓扑结构，如图1-23所示，其典型代表是令牌环局域网。在通信过程中，同一时间，只有拥有“令牌”的设备可以发送数据。该设备发送完毕后，将令牌交给下游的节点设备继续发送数据。该结构不需要特别的网络设备，实现简单，投资小。但是如果任意一个节点坏掉了，网络就无法通信，且排查起来非常困难。如果要扩充或者删除节点，网络必须中断。

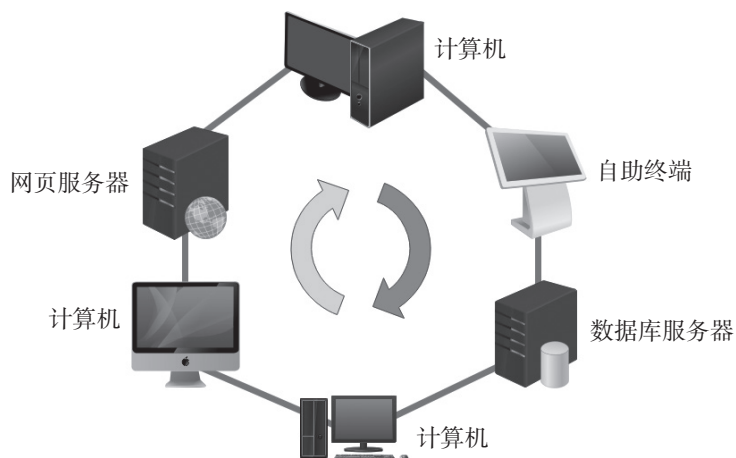


图 1-23

4. 树形拓扑

树形拓扑属于分级集中控制结构，在大中型企业中比较常见。将星形拓扑按照一定的标准组合起来，就变成了树形拓扑结构，如图1-24所示。与星形网络拓扑相比，树形拓扑结构的通信线路总长度较短，成本较低，节点易于扩充。网络中任意两个节点之间不会产生环路，且支持

双向通信，某个节点发生故障也不会影响其他节点正常工作，添加、删除节点方便。这种网络拓扑一般适用于于大中型企业，该网络也会采取一些冗余备份技术，安全性和稳定性相对较高。

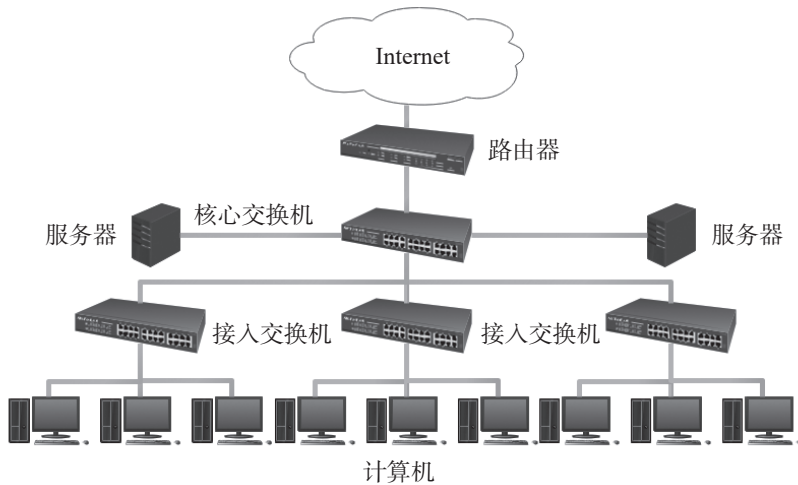


图 1-24

1.5 网络的主要应用

在网络时代，人们的工作和生活几乎处处离不开网络。下面介绍网络的主要应用。

1.5.1 信息共享与传播

Internet连接了世界上的数十亿台计算机和各种终端设备，使得信息能够在全球范围内快速传播。电子邮件可以实现远程通信，如图1-25所示；社交网络如Facebook、微信等，提供人与人之间交流、分享信息和建立联系的平台。此外，传统媒体也在向网络媒体转型，通过网络发布新闻、提供在线阅读服务等。



图 1-25

1.5.2 资源共享

共享是网络的基本功能，在实际使用中，可以通过网络共享文件，如图1-26所示，实现资源的集中管理和使用。可以多台计算机共用一台打印机，提高设备利用率；可以通过网络下载和安装软件，方便用户获取各种应用。

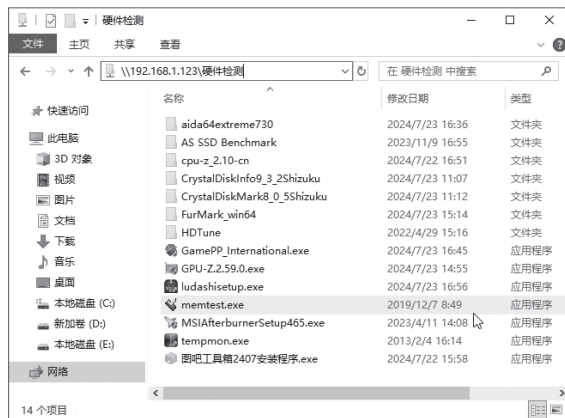


图 1-26

1.5.3 远程访问

距离对于网络已经不是问题。如通过网络，用户可以远程连接并控制公司的计算机进行办公，管理员可以通过网络远程管理服务器（图1-27），老师可以利用网络远程授课，学生可以通过网络在线观看课程并进行交流互动。

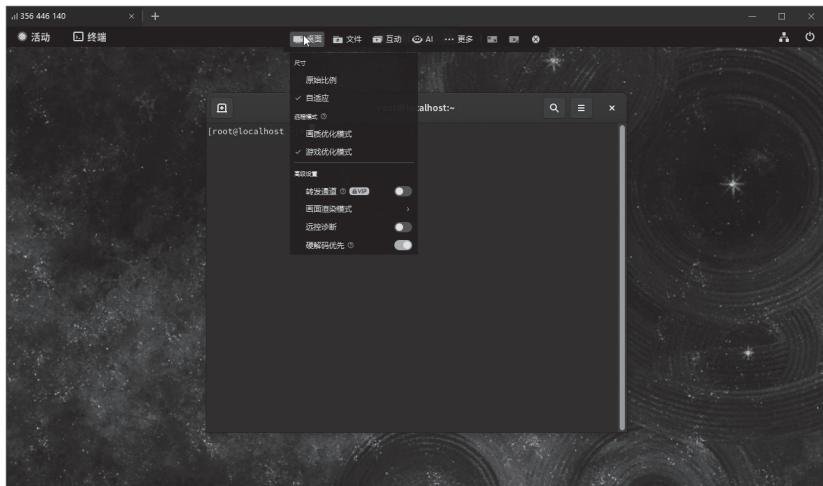


图 1-27

1.5.4 电子商务

很多互联网购物平台提供交易软件，交易双方可以使用互联网进行商品的买卖。而且平台会提供安全的在线支付方式，方便用户进行网上交易。对于金融领域，用户通过网络可随时进行银行业务的办理，如在线转账、查询余额等，如图1-28所示。



图 1-28

1.5.5 网络游戏

通过网络可以实现多人同时在线游戏。而且现在很多游戏平台（图1-29）必须连接网络，进入平台进行下载、安装和登录才能进行游戏。

1.5.6 物联网

通过网络连接各种智能设备，可实现家居自动化，通过智能终端即可远程控制联网设备的启动、关闭，设置运行参数等，如图1-30所示。还可以通过网络连接城市中的各种传感器和设备，实现城市管理的智能化。



图 1-29



图 1-30

1.5.7 云计算

云计算、云存储等都需要网络的支持。利用云计算平台对大数据进行分析,可获取有价值的信息。可将数据存储在云端,实现数据的集中管理和备份,更加安全。有些服务商提供基于云的软件服务,用户无须安装软件即可使用,如常见的基于服务器/浏览器工作架构的一些应用,如图1-31所示。



图 1-31

1.5.8 其他应用

例如通过网络进行实时视频会议,实现跨地域的协同办公。数字图书馆可以提供在线图书、期刊等资源,如图1-32所示。很多视频网站提供在线视频点播和直播服务,用户可以根据自己的需求观看。很多应用利用网络提供语音通话服务,降低了手机的资费。



图 1-32

❗ 注意事项 Internet与internet

Internet即因特网,是一个专用名词,指当前全球最大的、开放的、由众多网络相互连接而成的特定计算机网络,采用TCP/IP协议簇作为通信的规则。

internet即互联网或互连网,是一个通用的名词,泛指由多个计算机网络互连形成的网络。

两者的含义是不同的,请读者注意。



知识延伸：网络计算模式及发展

网络计算模式，简单来说，就是描述计算机网络中各个组件如何协同工作、处理信息的一种抽象模型。它就像一套规则，规定了网络中数据的传输、处理方式，以及不同设备之间的交互方式。

网络计算模式是随着计算机网络的发展而不断演进的。不同的网络计算模式具有不同的特点和适用场景，选择合适的网络计算模式，对于构建高效、可靠的网络应用具有重要意义。

网络计算模式，从最初的大型机集中式计算，逐步演变为如今多样化的分布式计算模式。下面简单介绍网络计算模式的种类和发展过程。

1. 以大型机为中心的计算模式

早期，大型机作为计算中心，所有用户共享一台大型计算机，大型机集中处理所有计算任务。终端设备仅作为输入输出工具，与大型机之间通过终端线路连接。应用场景包括早期的政府机构、科研机构、大型企业的数据处理等。这种模式虽然集中了计算资源，但扩展性差、可靠性低，一旦大型机发生故障，整个系统将瘫痪，用户体验不佳。而且由于成本较高，大部分时间大型机的处理能力处于闲置状态。但该模式为后来的计算机网络发展奠定了基础，是计算机应用的开端。

2. 以服务器为中心的计算模式

随着计算机技术和网络技术的飞速发展，以服务器为中心的计算模式逐渐取代了大型机模式。服务器承担了大部分的计算任务，多个用户可以共享服务器上的资源、可以通过增加服务器来提高系统性能、一台服务器发生故障，不会影响整个系统。这种模式提高了系统的性能和可靠性，但仍存在一些局限性，如服务器的维护成本较高。应用场景包括文件服务器、邮件服务器、Web服务器等。

3. C/S 计算模式

C/S（客户端/服务器）计算模式的出现，标志着网络计算模式进入了一个新的阶段。虽然服务器仍然负责数据处理和存储，但客户端功能更加丰富，分工更加明确，而且客户端也承担了部分计算任务。C/S模式将应用程序分为客户端和服务端两部分，客户端负责用户界面和用户的数据输入，服务器负责数据处理和存储。客户端向服务器发送请求，服务器处理请求后返回结果。这种模式分工明确，易于开发和维护，但客户端需要安装专门的软件，限制了其应用范围。在该模式下，出现了很多现在流行的应用软件，如Oracle、SQL Server、Microsoft Office以及各种游戏软件等。

4. B/S 计算模式

B/S（浏览器/服务器）计算模式的兴起，使得网络应用更加普及。随着Internet的普及，B/S模式逐渐成为主流。B/S模式通过浏览器与服务器进行交互，用户无须安装任何客户端软件，也无须考虑不同系统的差别，只需要一个浏览器即可访问各种网络应用。这种模式极大地降低了开发成本和用户的使用门槛，促进了互联网的快速发展。最常见的B/S计算模式是京东、淘宝等购物网站，以及小鹅通、慕课等在线学习平台。

5. P2P 计算模式

P2P（对等网络）计算模式是一种去中心化的网络计算模式，网络中的节点既是客户端，又是服务器。这种模式中每个节点都可以提供服务，可以提高系统的并发处理能力。而且一个节点发生故障不会影响整个网络，提高了系统的容错能力。但难以对网络进行集中管理，容易受到攻击。P2P模式主要应用于文件共享（如BT下载）和即时通信（如Skype）等领域。

6. 云计算模式

云计算的出现，将网络计算模式推向了新的高度。通过互联网，云计算以按需、自助服务的方式提供可配置的计算资源（如网络、服务器、存储、应用和服务等）。用户可以根据自己的需求，随时随地获取所需的计算资源，而无须购买和维护硬件，只为使用的资源付费。云计算的出现极大地降低了企业的IT成本，提高了IT系统的灵活性。常见的应用包括大数据分析工具（Hadoop、Spark等）、人工智能工具（TensorFlow、PyTorch等）。

▼ 知识点拨 云计算的服务模式

云计算的服务模式包括IaaS（基础设施即服务）：提供虚拟化的计算资源，PaaS（平台即服务）：提供开发和运行应用程序的平台，SaaS（软件即服务）：通过互联网提供软件服务。

总的来说，网络计算模式经历了从集中式到分布式、从封闭到开放、从传统到云化的发展历程。不同的计算模式各有优缺点，适用于不同的应用场景。选择合适的计算模式，对于构建高效、可靠的网络应用具有重要意义。

随着物联网、人工智能等新技术的不断发展，网络计算模式也在不断演进。边缘计算、Serverless等新型计算模式正在逐渐兴起，并为我们带来更加智能、高效的网络计算体验。未来的网络计算模式将更加智能、高效、个性化。随着技术的不断进步，网络计算将会给人们的生活和工作带来更多的便利和惊喜。