新编计算机专业
重点课程辅导丛书

新编计算机网络习题与解析

NLIC2970903426

鲁士文 编著

名师执笔 百万册畅销书全面升级

知识体系完整，以典型题目解析带动能力培养
应对：课程复习、考研、程序员面试、等级考试

清华大学出版社

新编计算机专业
重点课程辅导丛书

新编计算机网络习题与解析

鲁士文 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要按照计算机网络自底向上的层次结构编写，内容共分 9 章。每章先叙述基本知识点，然后给出该章的习题和解析。习题分为基本练习题和综合应用练习题两个部分；其中有选择题和填空题，也有问答题和计算题。选择题和填空题是一些基本概念方面的题目，只给出答案而没有解析；而对于问答题和计算题则给出每道题的完整解答过程。

本书的习题覆盖面广，既收集了一些比较容易的题目，也收集了大量难度适中和少数较高难度的题目。本书不仅可以作为大学计算机专业高年级学生和研究生计算机网络课程的学习参考书，同时也适合于计算机网络课程自学者和计算机等级考试者研习。

图书在版编目（CIP）数据

新编计算机网络习题与解析 / 鲁士文编著. -- 北京: 清华大学出版社, 2013
（新编计算机专业重点课程辅导丛书）

ISBN 978-7-302-32482-9

Ⅰ. ①新… Ⅱ. ①鲁… Ⅲ. ①计算机网络－高等学校－题解 Ⅳ. ①TP393-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 105225 号

责任编辑：夏非彼
封面设计：王　翔
责任校对：闫秀华
责任印制：何　芊

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　邮　　编：100084
社 总 机：010-62770175　　邮　　购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：北京季蜂印刷有限公司
装 订 者：三河市兴旺装订有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：190mm×260mm　　**印　　张**：26.75　　**字　　数**：685 千字
版　　次：2013 年 7 月第 1 版　　**印　　次**：2013 年 7 月第1 次印刷
印　　数：1～4000
定　　价：49.00 元

产品编号：049941-01

《新编计算机专业重点课程辅导丛书》丛书序

“计算机专业教学辅导丛书——习题与解析系列”自 1999 年推出以来，一直被许多院校采用并受到普遍好评，广大师生也给我们反馈了不少中肯的改进建议，总印数超过百万册。这些都是我们修订、扩充该丛书的动力之源。同时，计算机科学与技术的持续发展和不断演化，使得传统的计算机专业教学模式也随之扩充与革新，随着计算机教材改革的不断深化，如何促进学生将理论用于实践，提高分析与动手能力，以及通过实践加深对理论的理解程度，都是 21 世纪计算机教学亟待解决的问题。正是基于这些需求，经过对原有丛书的使用情况的深入调研，并组织专家和一线教师对自身教学经验进行认真总结、提炼之后，我们重新修订了这套“21 世纪计算机专业重点课程辅导丛书”。

依据各门课程的最新教学大纲，对原有图书内容进行了全面的修订和扩充，使其更加完备、充实。修订之后的新版丛书几乎囊括了计算机专业的各个重点科目，与现行计算机专业课程体系更加吻合。

“新编计算机专业重点课程辅导丛书”包括：

- 《新编 C 语言习题与解析》
- 《新编 C++语言习题与解析》
- 《新编 Java 语言习题与解析》
- 《新编数据结构习题与解析》
- 《新编数据库原理习题与解析》
- 《新编操作系统习题与解析》
- 《新编计算机组成原理习题与解析》
- 《新编计算机网络习题与解析》

本套丛书具有如下特点：

☑ **以典型题目分析带动能力培养**

本丛书注重以典型题目的分析为突破口，点拨解题思路，强化各知识点的灵活运用，启发解题灵感。所有例题不仅给出了参考答案，还给出了详细透彻的分析过程，便于读者在解题过程中举一反三，触类旁通，从而提高分析问题和解决问题的能力。

☑ **全面复习，形成知识体系**

本丛书以权威教材为依托，对各知识点进行了全面、深入地剖析和提炼，构成了一个完备的知识体系。在各类考试中，一个微小的知识漏洞，就可能造成无法弥补的损失，因此复习必须全面扎实。

☑ **把握知识间的内在联系，拓展创新思维**

把握知识点之间的关系，这样，掌握的知识就能变“活”。本丛书通过对知识点的分解，找出贯穿于各知识点之间的内在联系，并配上相关的例题，阐明如何利用这些内在联系解

决问题，从而做到不仅授人以“鱼”，更注重授人以“渔”。

☑ **紧贴计算机专业考研大纲要求，提高考研成绩**

自 2009 年以来计算机科学与技术专业实行全国联考，统一命题和阅卷，联考内容涵盖数据结构、计算机组成原理、操作系统和计算机网络。本丛书的相关课程均以最新联考大纲为基础进行编写，并收录了最新的联考试题。另外，各高校计算机专业研究生复试的常见课程有高级语言程序设计和数据库原理等，这些课程的内容也涵盖在本丛书中。

本套丛书由长期坚持在教学第一线的教授和副教授编写，他（她）们结合自己的教学经验和见解，把多年的教学实践成果无私奉献给读者，希望能够提高学生素质、培养学生的综合分析能力。

如果说科学技术的飞速发展是 21 世纪的一个重要特征，那么，教学改革将是 21 世纪教育工作不变的主题，也是需要我们不断探索的课题。要紧跟教学改革，不断更新，真正满足新形势下的教学需求，还需要我们不断地努力实践和完善。本套教材虽然经过细致的编写与校订，仍然难免有疏漏和不足之处，需要不断地补充、修订和完善。我们热情欢迎使用本套丛书的教师、学生和读者朋友提出宝贵意见和建议，使之更臻成熟。

本套丛书的编写工作得到湖北省教学改革项目——计算机科学与技术专业课程体系改革的资助，武汉大学计算机学院也给予了大力支持，在此表示衷心感谢。

2013 年 3 月

前　言

就学科而言，计算机网络涉及的内容比较广泛，它是计算机和通信密切结合的产物，正在成为迅速发展并在信息社会中得到广泛应用的一门综合性学科。计算机网络是计算机专业学生学习的一门重要课程，也是从事计算机、通信相关领域的研究和应用人员必须掌握的重要知识。

正是由于计算机网络知识的集成性和综合性，使得初学的人感到概念繁多、算法复杂、协议和标准也是五花八门，在解计算机网络的习题上往往感到无从下手。本书的目的就是要通过对典型习题的解答和分析，使他们充分掌握计算机网络的原理以及求解计算机网络问题的思路与方法，深化对基本概念和关键技术的理解，提高分析与解决问题的能力。

本书结合计算机网络的基本原理和技术发展，主要按照自底向上的层次结构编写，内容共分 9 章：第 1 章，基本概念和体系结构，包括 ISO 开放系统互连的 7 层协议模型和 TCP/IP 协议体系；第 2 章，物理层，包括数据传输的基础知识、物理介质、数据编码技术、多路复用技术、电话线路及相关的数字化技术、ADSL 和交换技术等内容；第 3 章，数据链路层，涉及异步传输、同步传输、差错检测和纠正、流量控制、自动重复请求、HDLC 协议和 PPP 协议；第 4 章，局域网络和介质访问协议，讨论多路访问机制、局域网体系结构、逻辑链路控制协议、令牌控制局域网、CSMA/CD 以太网、桥接器和局域网交换机、半双工和全双工以太网、无线局域网、WiMAX 和蓝牙协议等；第 5 章，网络层，讨论路由选择算法、拥塞控制、多播路由、层次路由、路由与转发和网络层设备等；第 6 章，IP 网络，涉及 IP 地址、IP 分组、IP 路由选择、ICMP、子网划分、可变长子网掩码、CIDR、移动 IP、IPv6、组播、集成服务、区分服务和多协议标记交换等内容；第 7 章，传输层，包括传输层寻址与端口、因特网传输控制协议（TCP）、因特网用户数据报协议（UDP）、远程过程调用、实时传输协议、用于长肥网络的协议和延迟容忍的网络；第 8 章，应用层，讨论 DNS 系统、FTP、电子邮件、WWW、H.323 协议和 SIP 协议等内容；第 9 章，网络安全性，涉及传统加密技术、公开密钥加密法、身份验证、数字签名、报文认证、报文摘要、IPv6 对网络安全性的支持、无线局域网安全技术和网络安全技术的应用。

每章开头都列出学习重点；接着是基本知识点，给出所涉及的计算机网络的主要概念、算法、协议和关键技术。每章的习题都分为基本练习题和综合应用练习题两个部分。其中的选择题和填充题是一些基本概念方面的题目，所以只给出答案而没有解析；而对于问答题和计算题，则给出每道题的解题思路或解答的完整过程。

本书是笔者在中国科学院大学连续 18 年讲授计算机网络课程的经验基础上编写的，习题覆盖面较广，既收集了一些比较容易的题目，也收集了大量难度适中和少数较高难度的题目。因此，本书不仅可以作为大学计算机专业高年级学生和研究生计算机网络课程的学习参考书，同时也适合于计算机网络课程自学者和计算机等级考试者研习。

由于习题较多，解答上可能存在不准确或不完整之处甚至难免有错误，内容编排上的错漏之处也在所难免，敬请广大读者批评指正。

作者

于中科院大学

2013 年 3 月

目　录

第1章　基本概念和体系结构

本章学习重点

- 计算机网络的基本概念
- 基于传输技术和规模的分类
- 协议的分层结构
- 服务和协议的基本概念
- 面向连接的服务和无连接服务
- OSI 参考模型
- TCP/IP 参考模型
- 实用的混合模型

1.1　基本知识点

网络使得用户能够以计算机文件、语音和图像的形式传递信息。用户使用在计算机上运行的应用程序、有线电话、蜂窝电话机，或电视机的机顶盒，通过简单的操作，就可以请求得到他们所需要的服务。

由网络所提供的服务是广泛的：用户通过计算机网络可以传送数据，通过电话网络可以互相交谈，通过电视网络可以看电视节目。因为用户总是通过某种终端设备跟网络交互，所以准确地讲，网络服务是被用户应用例程（运行在终端设备上的进程）所使用的。

网络设计人员在构建一个网络时要互联两种类型的硬件（或称网络元素）：传输链路和路由/交换机。链路从一个地方向另一个地方传输位串。路由/交换机是存储、路由和操作这些位串的计算机。这种硬件支持网络的承载服务，即以某种标准的格式从一个源或用户向一个或多个网络目的地传输位串。承载服务的性能特征与一些参数有关，包括可接受的格式、连接性、从源到目的地路由的选择，以及位串的传输速度、延迟和错误等。

一个网络仅当其承载服务具有必需的特征时才能有效地支持一个特别的用户应用。例如，为了支持语音服务，端到端的延迟应该不大于 200ms。为了支持数据传输，错误率应该不大于 10^{-4}。要求条件很高的应用，比如 X 射线照影的实时传送（要求具有高的保真度和放射科医师为诊断病案可接受的显示速率）和交互式视频会议，则需要一个高性能的网络。

比较复杂的服务可以由具有较少复杂性的服务以层次结构的形式组建。在协议体系结构中，模块被安排成一个垂直的栈。在协议栈中的每一层都执行为了跟另一个通信系统通信所需要功能的一个相关子集。为了执行比较原始的功能，它需要依赖下一个较低层次，并且遮蔽那些功能的细节。同时，它向上一个较高层次提供服务。在理想情况下，层次的

划分应该使得在一个层次中进行修改，不需要改变其他的层次。

1.1.1 计算机网络的定义和功能

计算机网络（通常简称为网络）是以资源和信息共享为目的把一些计算机和其他硬件设备通过通信通道互联所形成的集合体。如果在一个设备中至少有一个进程能够向远程设备中的至少一个进程发送数据或从其接收数据，那么这两个设备才可以被说成是在一个网络中。

根据传统的概念，计算机网络由通信子网和资源子网两部分构成。通信子网负责计算机之间的数据通信，也就是信息的传输。一个通信子网可以由政府部门（如邮电部）或某个电信公司所拥有，但向社会公众开放服务，就像电话交换网那样。拥有主机资源的单位只要遵循子网所要求的接口标准，提出申请并支付一定的费用，就可以接入这样的通信子网，利用它提供的服务来实现该单位要使用的资源子网的通信任务。这类通信子网通常称为公用网（Public network），由于它传输的是数字化的数据，为了与电话交换网那样的模拟网相区别，有时也叫做公用数据网。

通过通信子网互联在一起的计算机负责运行对信息进行处理的应用程序，它们是网络中信息流动的源和宿，向网络用户提供可共享的硬件、软件和信息资源，构成资源子网。

在采用广播型传输介质的局域网中，上网的计算机构成资源子网，集线器、桥接器、LAN 交换机和通信线缆构成通信子网。

网络中的通信是指在不同系统中的实体之间的通信。所谓实体，是指能发送和接收信息的任何东西，包括终端、应用软件、通信进程等。与人与人之间的交流一样，实体之间的通信也需要一些规则和约定，例如，传送的信息块采用何种编码和怎样的格式？如何识别收发者的名称和地址？传送过程中出现错误如何处理？发送和接收速率不一致怎么办？简单地讲，通信双方在通信时需要遵循的一组规则和约定就是协议。协议主要由语义、语法和定时三部分组成，语义规定通信双方准备“讲什么”，亦即确定协议元素的种类；语法规定通信双方“如何讲”，确定数据的信息格式、信号电平等；定时则包括速度匹配和排序等。

计算机网络是一个复合系统，它是由各自具有自主功能而又通过各种通信手段连接起来以便进行信息交换、资源共享或协同工作的计算机组成的。计算机网络的功能是为用户提供交流信息的途径，提供人际通信手段，让用户可以做远程信息处理，可以在本地也可以跨地域共享软件、硬件和数据资源，从而提高可靠性，节省费用，便于扩充和协同处理等。

计算机网络与分布式系统的主要差别在于：在一个分布式系统中，一组独立的计算机在用户看来却是紧密结合着的单个系统。通常，分布式系统呈现给用户的是单个模型或范例。一般操作系统顶部的一层软件（称为中间件）负责实现这个模型。分布式系统的典型例子是万维网，它运行在因特网的顶部，呈现出一种把什么东西都作为网页显示的模型。在计算机网络中则没有这样紧密结合的模型和软件。如果远程计算机拥有不同的硬件和不同的操作系统，那么用户对于这些是可以看到的。如果一个用户要在远程机器上运行一个程序，那么他必须登录到那台机器，然后才能在其上运行该程序。

实际上，分布式系统是建立在网络顶部的一个软件系统，该软件系统产生高度的结合力和透明性。因此，网络和分布式系统的区别在于软件，而不在于硬件。不过，在两者之

间也有重叠。例如，分布式系统和计算机网络都需要移动文件。区别在于由谁引入这种移动，是系统还是用户。

1.1.2　计算机网络的类别

可以用多种不同的标准对计算机网络进行分类，其中包括两个重要的方面：传输技术和规模。按传输技术可分为广播网络和点到点网络。按照规模可分为个人区域网、局域网、城域网、广域网和因特网。

1. 基于传输技术的分类

广义地讲，有两种广泛使用的传输技术：广播链路和点到点链路。一条点到点链路连接一对机器。点到点网络通常由许多条点到点链路组成。为了把一个称为 PDU（Protocol Data Unit,协议数据单元）的短的报文或报文分片从源传输到目的地，必须先经过一个或多个中间机器。从源到目的地可能有多条不同长度的路径，因此，在点到点网络中寻找好的路径是重要的。有时候人们把仅有一个发送方和一个接收方的点到点传输称为单播。

与此不同的是，在广播网络中，通信通道由网络上的所有机器共享，任一机器发送的 PDU 可以被所有其他的机器收到。在每个分组内的一个地址域指定所希望的接收方。一台机器在接收到一个 PDU 时，检查地址域。如果 PDU 是发送给它的，它就处理该 PDU；如果 PDU 是发送给某台其他机器的，它就忽略该 PDU。

无线网络是常见的广播网络的例子，允许在一个覆盖区域内的用户共享无线链路。所覆盖的区域的大小主要取决于无线通道的状况和发送方天线质量的优劣。

广播系统通常也允许通过在 PDU 地址域中使用一个特别的编码把 PDU 发送在网络中的所有目的地。当具有这个编码的一个 PDU 被发送时，它被网络上的每个机器接收和处理。人们把这种操作模式称为广播。某些广播系统也支持对这些机器的一个子集的传输，并把该操作模式称为多播。

2. 基于规模的分类

- 个人区域网

个人区域网（Personal Area Network，PAN）允许设备在一个人的范围内通信。常见的例子是称为蓝牙的短距离无线网络。蓝牙可以不使用导线而是通过无线介质把一个计算机连接到它的显示器、键盘、鼠标和打印机等外部设备。

蓝牙网络使用主从链路结构，系统装置（通常是个人计算机）通常是主站，鼠标和键盘等外部设备是从站。主站告诉从站使用什么地址，在它们可以广播时可以传输多长时间，以及它们可以使用什么频率等。

个人区域网也可以使用其他短距离通信技术来建立，如用于智能卡和图书的射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）。RFID 是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标并获取相关数据。

一个完整的 RFID 系统由阅读器（Reader）、标签（Tag）和应用软件三部分组成，其工作原理是阅读器发射特定频率的无线电波能量给标签，用以驱动标签电路将其内部的数据送出，此时阅读器便依序接收和解读数据，并送给应用程序做相应的处理。

- 局域网

局域网（Local Area Network，LAN）是在诸如企事业单位的办公楼、学校、计算机实验室和家庭这样有限的地理区域内互联计算机所形成的网络。相对于广域网而言，局域网的主要特征是，覆盖较小的地理区域、通常具有较高的数据传输速率以及不需要从电信部门租用通信线路。

局域网被广泛地用来连接计算机和消费类电子产品，使得它们能够共享资源（如打印机）和交换信息。基于双绞线和光导纤维的以太网以及使用无线介质的 Wi-Fi（Wireless Fidelity，无线保真）是当前最常见的两种局域网。

无线局域网现在很流行。Wi-Fi 就是遵循 IEEE 802.11 标准的无线局域网。在无线局域网中，每台计算机都有一个无线 modem 和天线，用以跟其他计算机通信。在大多数情况下，每台计算机都要跟一个称为接入点（Access Point，AP）的设备通信。该设备同时连接到一个有线网络，通常是以太网，并在无线局域网的各个计算机之间以及在无线局域网和有线网络之间中继 PDU。Wi-Fi 的运行速率从 11Mbps 到数百 Mbps 不等。

大多数的有线局域网都使用铜导线，但也有一些使用光纤。LAN 的规模是受限的，这就意味着其最坏传输时间是可以确定的，或事先可知的。这些限制值有助于网络协议的设计工作。

早期的以太网设计在单根同轴电缆上广播所有的 PDU。后来开发的采用集线器的传统以太网在逻辑上还是总线拓扑。在任一时刻，最多只有一台机器可以成功发送，使用一个分布式仲裁机制解决冲突问题。该机制很简单，每当介质空闲时，有数据要发送的计算机就可以发送。如果两个或更多个机器同时发送的分组冲突了，那么每台计算机等待一个随机长度的时间，再尝试发送。

典型的有线局域网运行速率为 100Mbps~1Gbps 的，并且具有较低的延迟（数个 μs 或毫 μs）和很少发生差错。较新的有线局域网速率可以达到 10Gbps。有线 LAN 在各个方面的性能都超过了无线局域网。在电缆或光纤上发送信号总是比通过空中发送容易。

许多有线 LAN 的拓扑都是从点到点链路建立的。在典型的交换式以太网配置中，每台计算机都执行以太网协议，并且通过一条点到点链路连接到称为交换机的设备。一个交换机有多个端口，每个端口都可以连接一台计算机。交换机的工作是在连接到它的计算机之间中继 PDU，使用每个 PDU 中的地址确定把它发送到哪台计算机。

为了构建更大的 LAN，可以把交换机通过端口互联，也可以把一个大的 LAN 划分成两个或更多个较小的逻辑 LAN，建立虚拟局域网（Virtual LAN，VLAN）。

对虚拟局域网的需求是因为网络设备的布局可能不匹配企事业单位的组织结构而产生的。例如，公司的工程部门和财务部门可能因为位于办公楼的同一侧而在布线设计中让它们的计算机连接到同一台 LAN 交换机，因而属于同一个物理 LAN。在虚拟局域网的设计中，每个端口都用一种“颜色”标记，比如说，连接工程部门计算机的端口用绿色标记，连接财务部门计算机的端口用红色标记。然后让交换机以这样的方式转发分组，使得附接到绿色端口的计算机与附接到红色端口的计算机互相隔离。例如，在红色端口上发送的广播 PDU 不会被附接到绿色端口的计算机收到，就像这两个部门的计算机连接到不同的 LAN 那样。

- 城域网

城域网（Metropolitan Area Network，MAN）覆盖多个建筑群甚至整个城市。它使用诸

如光纤链路这样的高带宽主干技术互联多个局域网，并为接入广域网和因特网提供上行链路服务。

MAN 的典型例子是有线电视网络。在该网络的早期系统中，通常在附近的山顶放置一个大的天线，并把信号通过管道引导到订户的室内。开始它们都是为本地设计的专用系统。然后提供该服务的公司跟本地政府签订在整个城市布线的合同。下一步是把电视节目甚至所有的通道都设计成使用线缆作为传输介质。通常这些通道是高度专门化的，例如，新闻频道、体育频道、文艺频道和生活频道等。然而，直到 20 世纪 90 年代后期，它们都仅用于电视节目的接收。

当因特网开始吸引大量用户的时候，有线电视网络运营商开始意识到，对现有系统做某些改变，他们就能够在尚未使用的频谱部分提供双向的因特网服务。从此时起，有线电视系统就从一个单向的电视节目发放系统向城域网演变。

除了有线电视系统，近年来发展起来的高速无线因特网接入还产生了另一种类型的城域网，它使用 IEEE 802.16 标准，并被称为 WiMAX（World Interoperability for Microwave Access，微波接入的世界范围互操作）。

WiMAX 的出发点是用无线介质代替比较昂贵的连接大量家庭或企事业单位的光导纤维和同轴电缆方案。在附近的山上或其他制高点竖立一个大的天线总比挖许多地沟埋线要容易得多，也比较廉价。

第一个 802.16 标准是在 2001 年批准的。早期版本提供了互相都在视线内的固定点之间的无线本地回路。该设计很快又被改进，使得 WiMAX 成为替代同轴电缆和 DSL（Digital Subscriber Line，数字用户线）接入因特网的有竞争力的方案。到了 2003 年 1 月，802.16 已经被修改成能够在 2GHz 和 10GHz 频率之间使用 OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing，正交频分复用）技术支持非视线链路。这一改变使得对它的实施变得容易得多，虽然站点依然是在固定位置的。

大多数的 WiMAX 实现都使用在 3.5GHz 或 2.5GHz 附近的需要执照的频谱。现在 802.16 标准允许运行的频率范围是从 2GHz 到 11GHz，并支持不同大小的通道，例如固定 WiMAX 使用的频带宽度是 3.5MHz，移动 WiMAX 使用的频带宽度是 1.25MHz 至 20MHz。在移动 WiMAX 中，在 5MHz 通道的情况下有 512 个子载波，在每个子载波上发送一个符号的时间是 100 μs。WiMAX 数据传输距离最远可达 50km。

WiMAX 是在较大的地理区域内提供高速因特网接入服务的通信技术。WiMAX 的技术起点较高，采用了代表未来通信技术发展方向的 OFDM、MIMO（Multiple-input multiple-output，多路输入多路输出）等先进技术，随着技术标准的发展，WiMAX 正在逐步实现宽带业务的移动化。2005 年的 WiMAX 版本支持最高达 40Mbps 的位速率，2011 年版本把固定站配置的位速率更新为最高可达 1Gbps。当前普遍实现的速率为最高 75Mbps。

- 广域网

广域网（Wide Area Network，WAN）跨越一个大的地理区域，通常是一个国家或一个大洲。它的一个典型例子是大型企业网络。拥有该网络的公司在许多大城市都有分支办公室，每个办公室都有多台运行应用程序的计算机。

按照传统的说法，我们把运行应用程序的计算机称为主机。网络的其余部分负责连接这些主机，被称为通信子网。通信子网的任务是在主机之间传输信息。

在大多数 WAN 中，通信子网由两个不同的成分构成，即传输线路和交换设备。传输线路在机器之间移动比特，它们可以由铜缆、光纤或无线链路构成。大多数公司都不是自己铺设线路，而是从电信公司租用线路。交换设备，或者交换机，是一个专用的计算机，它连接两条或更多条传输线路。当数据到达输入线路时，交换设备必须选择一条转发该数据的输出线路。这些交换机在过去曾被赋予多个不同的名字，包括接口信息处理机（Interface Message Processor，IMP）和交换机，现在普遍被称为路由器。

早期的通信子网，如 X.25，主要连接主机，而现在的通信子网可以连接单个计算机（例如服务器），也可以连接整个局域网。在典型的配置结构中，路由器把采用不同技术的网络连接在一起。例如，在公司的办公室里可能是交换式以太网，而长距离的传输链路则可能是 SONET 链路。这就意味着有许多广域网实际上是互联网络，它们是由多个网络组合在一起形成的。在这个例子里，办公室里的局域网为公司所拥有和管理，而 SONET 则为网络提供商或电话公司所拥有和运营。

就一个企业而言，除了租用线路，还有另外两种构建广域网的方式。第一种方式是利用公用的因特网的传输能力连接各个分支办公室，建立公司内部网络。人们通常把这种连网方式称为虚拟专用网络（Virtual Private Network，VPN），所采用的技术包括用公网 IP 分组封装内网 IP 分组的隧道机制和涉及身份验证和加密的安全性举措。

第二种方式是通过一个因特网服务提供商（Internet Service Provider，ISP）连接到网络，从而可以访问整个因特网。

今天，企事业单位典型的做法是结合使用前述两种方式，即使用 VPN 建立公司内部网络，通过 ISP 访问因特网，并在两种网络之间进行安全隔离。必要时还可以建立称为非军事区（Demilitarized Zone，DMZ）的缓冲区域，在这个位于企业内部网络和外部网络之间的隔离区域内，放置一些必须公开的服务器设施，如企业 Web 服务器、FTP 服务器等。另一方面，通过这样一个 DMZ 区域，可以更加有效地保护内部网络，因为与一般的防火墙方案相比，它对攻击者来说又多了一道关卡。

其他类型的广域网有卫星系统和蜂窝电话网络。在卫星系统中，位于地面的每个计算机都有一个天线，通过这个天线发送信号到在轨卫星和从在轨卫星接收数据。网络中的所有其他计算机都可以收到从卫星发出的信号，在某些情况下也可以收到其他计算机向卫星传输的信号。卫星网络具有本征的广播特性，在应用需要广播功能的情况下特别有用。

蜂窝电话网络也使用无线技术。这个系统已经经历了三代，现在开始出现第四代。第一代是模拟话音。第二代是数字话音。第三代是数字的，既用于话音，也用于数据。

每个蜂窝基站都覆盖一个大于无线 LAN 的区域，距离用 km，而不是用 m 来计量。基站之间的主干网络通常是有线网络互联。蜂窝网络的数据速率通常是在 1Mbps 的数量级，比无线 LAN 高达 100Mbps 的数量级要低得多。

虽然 3G 网络还处在发展阶段，但一些研究人员已经提出 4G 的概念，并以长期演进（Long Term Evolution，LTE）的名义在研制 4G 系统。一些已经提出的 4G 网络的特征包括高的带宽、无处不在的连接性、与其他有线和无线 IP 网络（包括 802.11 接入点）的无缝集成、适当的资源和频谱管理，以及高质量的多媒体服务。

- *互联网络*

现今世界上存在着多种网络，它们具有不同的硬件和软件。连接到一个网络的用户通