

★ ★ ★ ★ ★  
“十三五”

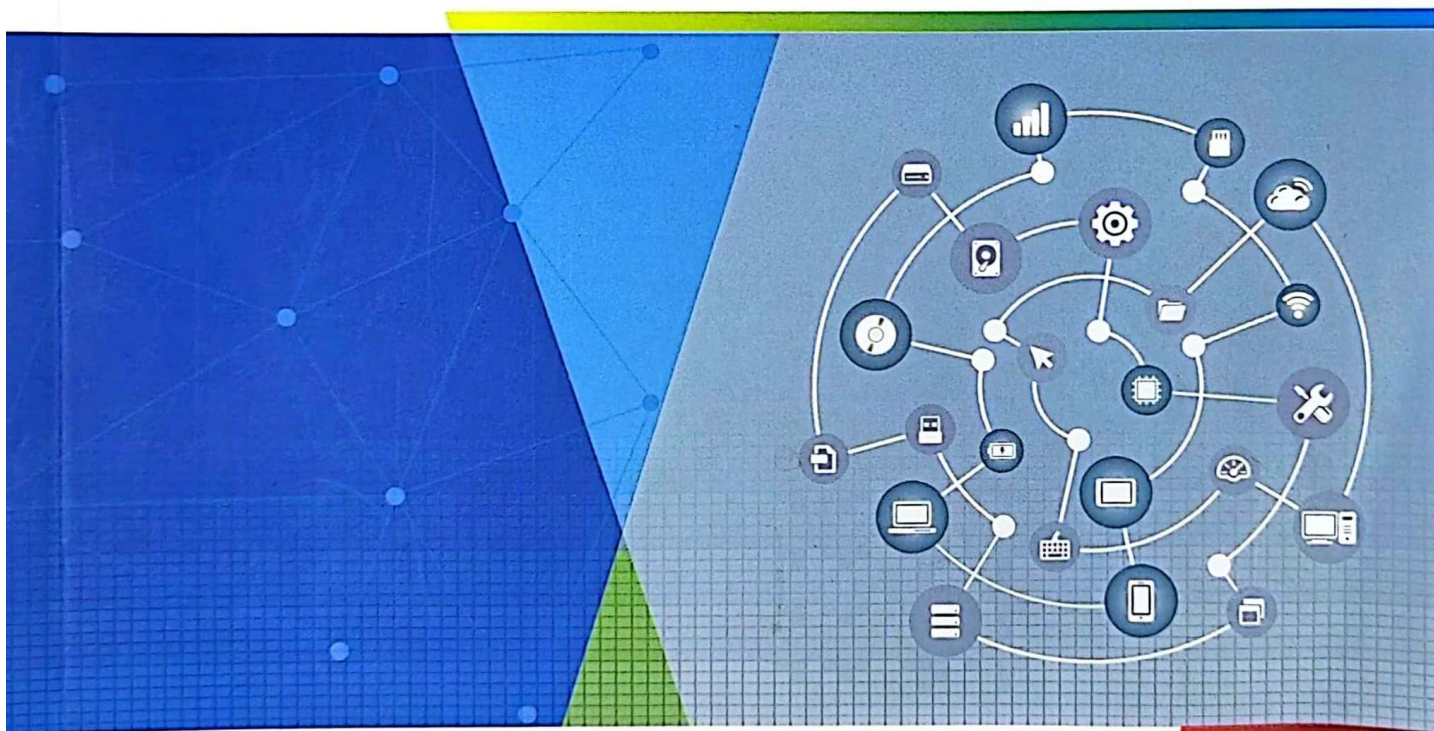
国家重点图书出版规划项目  
ICT认证系列丛书



华为信息与网络技术学院指定教材

# 网络基础

田果 刘丹宁 余建威 / 著



**LEADING NEW ICT**



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

2.2.1 VRP 系统概述 .....	
2.2.2 命令行基础 .....	
2.2.3 VRP 系统配置基础 .....	
2.3 VRP 系统入门操作 .....	
2.3.1 快捷键的使用 .....	
2.3.2 命令帮助功能 .....	
2.3.3 查看及验证设备信息 .....	
2.4 eNSP 操作指导 .....	
2.4.1 eNSP 简介及安装 .....	
2.4.2 eNSP 界面及操作 .....	
2.4.3 在 eNSP 中完成一个简单的实验 .....	
2.4.4 在 eNSP 中保存配置及实验拓扑 .....	
2.5 本章总结 .....	
2.6 练习题 .....	
第 3 章 协议与通信 .....	
3.1 网络协议和标准 .....	
3.1.1 通信规则 .....	
3.1.2 网络协议的作用 .....	
3.1.3 协议栈的必要性 .....	
3.1.4 OSI 参考模型 .....	
3.1.5 TCP/IP 参考模型 .....	10
3.2 实现数据传输 .....	10
3.2.1 封装与解封装 .....	10
3.2.2 从终端设备视角看数据传输 .....	10
3.2.3 从网络设备视角看数据传输 .....	10
3.2.4 从网络拓扑视角看数据传输 .....	10
3.3 本章总结 .....	1
3.4 练习题 .....	1
第 4 章 网络接入层 .....	1
4.1 物理层协议 .....	1
4.2 网络介质 .....	12
4.2.1 有线介质简介 .....	12
4.2.2 无线介质简介 .....	



# 第3章 协议与通信

### 3.1 网络协议和标准

### 3.2 实现数据传输

### 3.3 本章总结

### 3.4 练习题



在第1章“网络纵横”中，我们细数了网络发展的历史，并介绍了协议的由来。协议在网络互联中发挥的作用。在第1章中，我们通过1822协议的局限性说明了一个问题，即单一协议在解决复杂的通信问题时常常显得捉襟见肘。由此可以得出一个结论，在对这类问题时，用一系列协议从不同角度规范通信中所涉及的问题，是最合理的方法。因此，为了确保这些协议相互之间不会存在逻辑上的矛盾、规范上的冲突，或者用途的重合，需要有一个框架来规范协议与协议之间的关系、设备根据协议处理数据的顺序和协议的用途等。而本章的重点，正是介绍这类框架的概念、沿革和具体信息。

在对协议和协议分层进行介绍之后，本章会将整个通信过程分成终端部分和网络部分，分别参照协议模型对通信的流程进行分析和介绍。最后再将整个网络组合起来，从网络拓扑这种宏观的层面，一步一步完整复现整个通信的过程。

### 学习目标

- 理解数据通信网络中的几项通信规则；
- 理解协议的概念和必要性；
- 了解协议分层的由来及其对实现异构网络互联的重要意义；
- 了解OSI参考模型和TCP/IP模型的起源；
- 掌握OSI参考模型涉及的相关概念和具体分层；
- 理解OSI参考模型和TCP/IP模型的区别；
- 掌握封装与解封装的概念与流程；
- 掌握在简单的网络拓扑中，数据从始发设备应用层到目的设备应用层的完整处理过程。

## 3.1 网络协议和标准

当今世界最伟大的理论物理学家之一，剑桥大学的史蒂芬·霍金（Stephen Hawking）教授在他的《时间简史》（A BRIEF HISTORY OF TIME）一书中针对宇宙是否存在统一理论进行了探讨。在探讨的过程中，霍金教授提到：“……如果你相信宇宙不是任意的，而是被明确的定律制约的，你最终必须将这些部分理论合并成一个能描述宇宙中万物的完整统一理论……”<sup>①</sup>。

探索自然界或宇宙的统一规则是科学工作者们几千年来不懈奋斗的目标，尽管这个世界是否是任意的或许永远不会为人所知。不过，网络显然不是任意的，这是一个人类根据自己对通信的需求而定义的、受到规则制约的系统，这些统一规则正是通信系统得以实现的保障。在 3.1 节中，我们的讨论将围绕着这些规则及它们的作用展开。

### 3.1.1 通信规则

我们在本书的 1.1 节开篇就曾经提到，通信是多方借助某种媒介实现信息互通的行为。因此，人们在构建一个通信系统时，必须对一些问题给出回答，而这些问题的答案则会构成这个通信系统的通信规则。在 3.1.1 节中，我们会介绍数据通信网络对于其中某些问题分别给出了什么样的答案。

- 问题一：信息的形式包括文本、表格、图片、音频、视频等，如何才能将这些信息放到媒介中传输？

稍具理性的人，大概都不会像图 3-1 中的这位仁兄一样，认为自己发送和接收的照片、视频、文档、文字等，正原封不动地在自己计算机网卡连接的那根数据线中传输。为了能够把这些林林总总的信息统统通过（像一根 5 类线这样的）传输媒介进行发送，人们不免要将它们统一用一种尽可能简单的形式表达出来。在数据通信网络中，人们采用的数据表示形式就是二进制编码。

#### 注释：

严格地说，二进制不只是数据在数据网络中的传输形式，数据本身就是以二进制数据的形式在终端系统中保存的。卡内基-梅隆大学教授 Randal E. Bryant 和 David R.O'Hallaron 合著的《深入理解计算机系统》（COMPUTER SYSTEMS A Programmer's Perspective）一书开篇就明确写道：“……系统中所有的信息——包括磁盘文件、存储器

<sup>①</sup> 霍金：《时间简史[插图版]》，湖南科学技术出版社，第 20 页。



中的程序、存储器中存放的用户数据以及网络上传输的数据，都是由一串位表示的……”<sup>②</sup> 这里所说的位（bit），指的就是一个或为 0 或为 1 的二进制数。



图 3-1 信息不是原封不动地在介质中进行传输的

通过二进制表达的信息，非常容易以不同形式实现远程交互，所以这类通信的历史源远流长，从商周时期的烽火台示警到近代还在使用的灯语，都是通过二进制实现通信的范例。在数据网络时代，二进制信息描述的数据也同样可以在各类传输介质中，很轻松地通过高低电压、光线明灭等形式实现交互。

由此可知，在数据发送方发送数据之前，它们会将数据通过信息的输入/输出接口，用相应的物理信号将这些二进制数描述出来；而接收方在接收到数据时，则会通过输入/输出接口将物理信号转化为二进制数，并将它们还原为发送方最初发送的信息。

- 问题二：既然通信是多方系统，那么如何才能保证信息可以被发送给正确的接收方？

在解决了各类数据信息通过媒介进行传输的问题之后，还有一个所有通信系统都必须解决的问题，那就是如何把数据传输给应该接收这个数据的那台设备。

对此，邮政系统采取的做法很有参考价值：邮递员首先根据信封上的接收方地址把信件投递到接收地址，然后接收方再（在公司传达室或小区物业）根据收件人姓名从寄给同一地址的邮件中选出寄给自己的信件拆封阅读。这说明为了解决数据在数据通信网络中寻址的问题，每一个网络通信系统的参与者也需要拥有某种地址信息来标识自己所在的位置（类似于邮政系统中的收件人地址），并且拥有某种身份识别信息来标识自己这台设备（类似于收件人姓名）。我们在第 2 章中曾经简要说明过的 IP 地址，就是人们为了标识设备所在位置而定义的逻辑地址。

<sup>②</sup> （美）布莱恩特，奥哈拉伦：《深入理解计算机系统（原书第 2 版）》，机械工业出版社，第 2 页。



另外,在大多数通信系统中,地址和身份标识信息都不会包含在实际通信的内容<sup>④</sup>中。人们会通过信封、快递单等形式在实际通信数据的基础上另外添加供转发方寻址的信息。这种做法同样被应用在了数据通信网络当中。

• 问题三:如何保证被转发的数据能够有序、高效而又可靠地到达接收方?

本书在 1.1.3 节(互联网的雏形)介绍包交换网络与电路交换网络的区别时提到,在包交换网络中,发送方会将要传输的信息划分为多个数据包。而包交换网络在传输这些数据包时,也会以数据包为基本单元分别独立地对它们执行转发,如图 1-3 所示。所以,关于有序,这个问题的答案是:数据通信网络中,数据常常不会按照转发的先后顺序到达接收方,后发先至的情况司空见惯。

至于高效和可靠,这两大通信需求在一定程度上存在着此消彼长的关系,常常需要人们做出取舍。在包交换网络中,发送方和接收方之间也需要有某种机制,来保障它们可以在发送一些追求时效性的数据时,以尽可能高的效率完成数据的收发;而在发送追求可靠性的数据时,又能够根据数据的接收情况来相互协调数据的发送速率和进程等要素(图 3-2 所示的情形)。

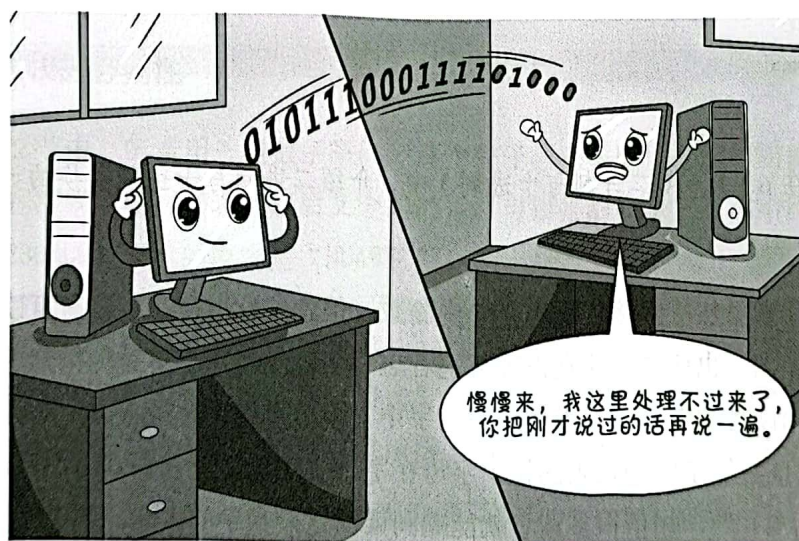


图 3-2 需要有某种机制保障数据的可靠传输

网络世界定义的通信规则远不止于上述几点,我们在此仅仅罗列了数据通信网络中最普适的几项规则。当然,这些数据网络的通信规则都需要通过网络协议进行规范。实际上,上面 3 个问题的答案分别对应了网络通信协议栈中某些分层(Layer)中的核心协议。为了帮助读者进一步了解 3.1.1 节介绍的内容,在本章后面的几节(3.1.2 节至 3.1.5 节)中,我们会分别对协议与协议栈的作用,以及两大网络协议栈对各层功能的定义进行详细说明。

<sup>④</sup> 在数据通信中,通信的“内容”部分称为负载(Payload)。



## 提示:

在学习完本章的内容之后,读者如果能够重新阅读 3.1.1 节的内容,也许会对这些描述产生有更加具体的认知。

### 3.1.2 网络协议的作用

本书第 1 章已经通过人类通信发展历史对协议的概念进行过介绍。在通信领域,它是为了保障通信能够按照既定流程进行,而给参与各方定义的一套标准。

即插即用时代给用户带来了一种“连接物理线缆等于建立通信”的假象。实际上,用户连接物理线缆只是给通信的双方提供了一种媒介,距离真正建立通信还有很大差距。在建立通信的过程中,除了媒介之外,协议同样居功至伟。如果通信双方没有这样的标准,通信一方发布的内容另一方就无法正确接收,或者能够接收却无法正确解析。

在 3.1.1 节中,我们提到,信息是以二进制的形式在数据网络中进行传输的。大部分计算机类专业的读者都应该知道,二进制和十进制是可以相互转换的。既然如此,笔者现在就以这本教程作为媒介,向每位读者传达一段用十进制表示的信息,看看读者能否理解:

082101230509

## 注释:

本书会在 6.1.1 节(二进制与十进制)中,介绍二进制与十进制转换的计算方法,这里不做说明。

显然,读者虽然能够接收到这段十进制数,但由于这段信息并没有可读性,所以读者纵然可以读到,也还是无法真正理解笔者想要表达的意思。可是如果笔者在写下这段数字之前,和读者约定:“在下面这段数字中,我会用每两位数代表一个拉丁字母,从 A 到 Z,这两位数等于它们代表的拉丁字母在字母表中的位置(如 08 代表从 A 到 Z 的第 8 个拉丁字母 H)”,相信很多读者就能顺利读懂这段数字的表意。

如上例所示,约定的规则相当于一个简单的通信协议。如果进一步细化这个约定的细则,笔者甚至完全可以用二进制编写出一部读者能够看懂的图书,读者也可以用数字给笔者写读者来信。

上例旨在说明一个道理:协议是为了让各方参与者有序推进某项事宜而定义的标准。具体到通信领域,通信协议或网络协议是人们为了确保通信各方能够相互交流,而给信息的表达、传递等方式所定义的标准或规则。

然而,随着初学者接触的协议越来越多,难免会产生一种“协议等同于功能”或者“协议等同于服务”的印象。这样理解虽然直白,但并不准确。这种理解方式对初学者深入学习各个协议的内容、准确掌握数据包的结构、甚至参与新协议的制订都不会带来任

何好处。实际上，协议与功能之间的关联可以比较谨慎地解释为：多个参与方会因为共同遵循某个协议而让整个环境产生某种既定的效果，或者让设备展现出一些对应的功能，但功能仍然是参与方的属性，协议本身并不会赋予或者剥夺参与方的任何功能。比如，两国签署和平协议，相互承诺放弃武力。那么只要双方都遵守这项协议，两国之间就不会爆发战争，因此两国共同遵守这一协议时就会展现出和平的状态，但不代表这个协议具有消除其中任何一个当事国发动战争的能力，因此不能说协议具有维护和平的功能。

当然，人类不是机器，也没有机器那种对于标准的苛刻要求，因此人类在给自己制订协议时往往会赋予协议极高的灵活度留给参与方自由量裁。没有哪个人类协议会对活动参与方的每一次举手投足都予以严格定义。然而，以半导体元器件为基础制造的机器设备之间却容不得灵活的通信协议，要想让一台设备的应用与另一台设备的应用之间完成一次有效的通信，无论是对内容进行编码和压缩的处理方式，还是消息的格式与转发方法，抑或是通信参与方使用的电压等，都必须予以严格的界定。只有各个环节都按照既定的顺序和方式进行处理，双方才能真正实现通信。总之，这个过程应该在逻辑上合理、在执行中有序、在排错时有据，而不能眉毛胡子一把抓，这正是 3.1.3 节内容的重点。

### 3.1.3 协议栈的必要性

在 3.1.2 节中，笔者用一组数字举例，这个例子旨在说明协议的作用是给通信各方定义通信的标准或规则。读者按照后文中的约定，可以推测出 3.1.3 节中给出的十进制数（082101230509）表达的内容是“HUAWEI”。

下面，请读者按照相同的“协议”，尝试理解这组数字要表达的意思。

**1005 1405 19010919 160119**

尽管这组数字依然是按照前面的“协议”处理的拉丁字母，而且表意相当明确，但我相信本书的绝大多数读者都无法理解这句话。因为这组文字在转化成数字之前并不是汉语拼音，而是另一种语言<sup>④</sup>。同样，如果读者给笔者撰写读者来信，按照相同的约定将拉丁字母转换成数字，用的却是另一种笔者没有掌握的语言，笔者也不可能读懂读者来信。造成这次通信失败的原因，是没有在约定将拉丁字母转化成数字之前，先约定通信的语言。

由此可见，如果笔者和读者通过这种十进制的方式相互交流，那么每一次成功的通信，双方都要按照同样的顺序处理，也就是：

- (1) 笔者构思内容；
- (2) 按照约定的语言来组织内容；
- (3) 笔者把拉丁字母转化成数字；

<sup>④</sup> 转化后为 Je ne sais pas。法语，译为“我不知道”。



- (4) 读者把数字转化成拉丁字母;
  - (4) 读者按照约定的语言阅读内容;
  - (6) 读者理解内容。
- 过程如图 3-3 所示。

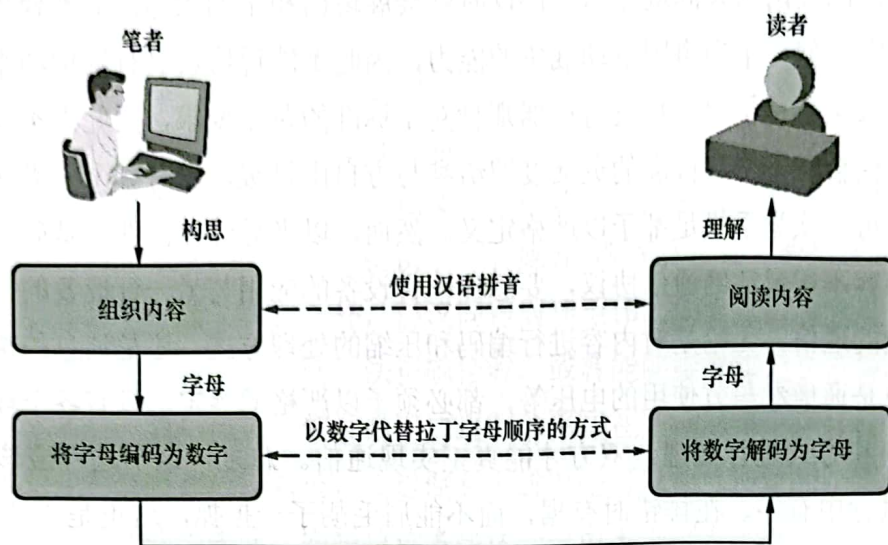


图 3-3 两种协议共同完成通信的架构

图 3-3 所示的流程中，“使用汉语拼音”的内容协议和“以数字替代拉丁字母顺序的方式”的编码协议在顺序上是绝对不能调换的，因为没人可以直接把已经用法语编码的数字直接翻译成汉语拼音编码的数字。所以笔者和读者之间必须先确定要用哪种语言写作，然后再将拉丁字母转换为数字。

在现实的人际交流中，除非通信双方存在保密等特殊需求，或者身处文字通信不便但数字通信便利的特殊环境，否则人们不会多此一举将文字按照这种方式转换成数字来相互交流信息。然而，计算机和其他终端设备在相互通信时却不得不进行大量的转化工作。我们在 3.1.1 节（通信规则）中提到，当计算机或者其他终端设备通过数据网络进行通信时，通信各方会相互发送各类不同的数据，内容包括视频、音频、文字、图片等。虽然信息门类繁多，但信息在通信介质中传输的形式却很单一，它们都需要通过高低电压、光的明灭等物理手段描述这些由 1 和 0 构成的二进制消息。这样一来，通信双方之间要想实现消息互认，也就必须应用相同的转换和复原标准。

当然，通信是一个系统工程，一项规定或者协议无法标准化其他通信需求。这里说的其他需求还包括我们在 3.1.1 节（通信规则）问题二中提到的问题：两台设备之间如果想要相互通信，就要解决如何让这些二进制数到达预期的那台接收方设备这一问题；在寻址之外，如何让对方设备知道这些数据应该通过哪个应用来解析等。这就需要有一个标准化机构如图 3-3 所示给通信规则制订一个分层的框架，让整个通信过程中所涉及的协议不会在内容上相互重复或冲突，还能共同定义从内容表现形式到电

压表示方式在内的完整通信标准。这样的框架和其中包含的协议就共同构成了一个协议栈 (Protocol Suite)。

TCP/IP 协议栈是当今应用最广泛、对网络世界构成影响最大的协议栈。这个协议栈开发的初衷是实现卫星数据包网络、地面无线电数据包网络与计算机网络之间的网际互联。由于这些通信网络的物理通信原理大相径庭,因此人们必须给这些网络定义一个能够相互通信的物理标准,它们之间才能实现信息交互。除了物理通信原理之外,这些网络的通信协议也大不相同,因此要想让这两个网络能够相互通信,这个物理标准必须有支持不同的上层通信协议。

尽管 TCP/IP 协议栈及其对应的分层模型在实际应用领域中大行其道,但人们在谈论技术问题时最频繁引用的参考模型,却是 ISO (国际标准化组织) 自 20 世纪 70 年代末期就开始定义、直至 1984 年才予以公布的 OSI 模型 (开放式系统互联参考模型)。

这两个模型正是 3.1.4 节、3.1.5 节的重点内容。

### 3.1.4 OSI 参考模型

目前广为人知的 OSI 模型是将 ISO (国际标准化组织) 提议的模型与 CCITT (国际电话电报咨询委员会) 提议的标准相互融合的模式。这个模型明确区分了服务、接口和协议这三者的概念。

#### 注释:

CCITT (国际电话电报咨询委员会) 是后来的 ITU-T (国际电信联盟电信标准化组)。

关于协议,本书在前文中反复介绍过了,这里不再赘述。而这里所说的服务,是模型中每一层在作用上的界定。在后文中,我们会分别介绍 OSI 模型各层在通信过程中发挥的作用,即每一层应该提供的服务;而 OSI 模型中的接口,则定义了模型上下层之间相互访问的标准。

按照 OSI 模型的定义方式,每一层皆通过接口为上一层提供特定服务,同时也通过接口接受下一层提供的服务,同一层设备之间的通信则通过协议来定义标准,如图 3-4 所示。

如图 3-4 所示的这种服务、接口和协议的区分是 OSI 模型最大的贡献之一。这不仅强化了通信流程的逻辑性,让各层的职责更加清晰,还实现了分层模型的模块化,为协议、甚至分层的不断更新换代做好了框架上的准备。正是由于 OSI 模型将协议与接口和服务相互独立,用同类协议来替换某一个协议才不会对通信造成影响。

OSI 模型将计算机网络的体系结构分为图 3-5 所示的七层,并对这七层提供的服务分别进行了定义。



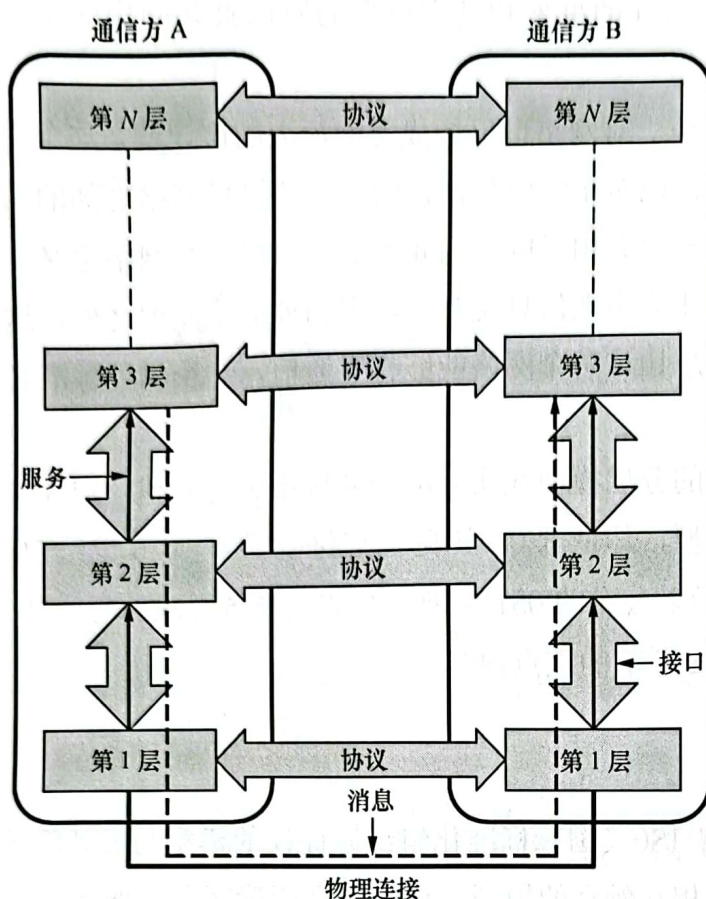


图 3-4 协议、接口与服务三者的关系

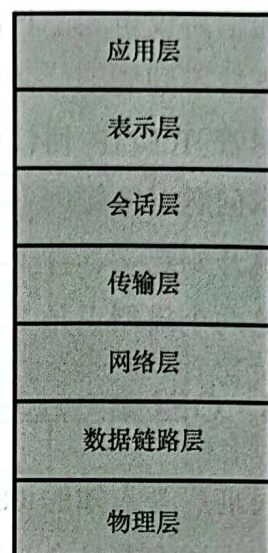


图 3-5 OSI 七层模型

OSI 模型的分层结构，以及 ISO 组织为每一层定义的服务如下文所述。

- **应用层（Application Layer）**：应用层的服务是提供用户接口，因此，应用层中包含了各类用户常用的协议。
- **表示层（Presentation Layer）**：表示层的服务是既保证通信各方在应用层相互发送的信息可以相互解读，也保证双方在信息的表达方式上是一致的，如加密解密、压缩解压、编码方式转换等属于表示层的服务。因此，3.1 节开头中，将拉丁字母转换为数字的做法如果套用到网络技术领域，大致就属于表示层的功能。
- **会话层（Session Layer）**：会话层的服务是完成各方交互信息之前的会话建立准备工作，这里的工作包括确认通信方的身份，确认通信方可以执行的操作等，因此如 AAA 中的认证、授权等功能皆属于会话层的服务。

### 注释：

关于 AAA 技术，本系列教材会在第 3 册第 9 章（网络安全技术）中进行说明，这里不做赘述。

- **传输层（Transport Layer）**：传输层的服务是规范数据传输的功能和流程。因此这一层的协议会针对是否执行消息确认、如何对数据进行分片和重组等制

订标准。传输层的交换单元叫段，即经传输层协议封装后的数据称为数据段（Segment）。

- **网络层（Network Layer）**：网络层的服务是将数据从源转发给目的设备。由此可知，这一层的协议需要定义如地址格式、寻址方式等标准。网络层交换单元的名称是包，即经网络层协议封装后的数据称为数据包（Packet）。
- **数据链路层（Data Link Layer）**：数据链路层的服务是为相连设备或处于同一个局域网中的设备实现数据帧传输，并对传输的数据帧进行校验和控制。所以，数据链路层的协议会定义如何检测出数据在传输过程中出现的错误、如何向发送方确认接收到了数据、如何调节流量的发送速率等。数据链路层交换单元的名称是数据帧，即经数据链路层协议封装后的数据称为数据帧（Frame）。
- **物理层（Physical Layer）**：物理层的服务是实现信号在两台相邻网络实体之间的传输。因此物理层协议需要定义通信的机械、电子和功能标准。比如二进制 1 和 0 在传输时的具体描述方法、物理接口每个针脚的作用等。物理层交换单元的名称是比特（Bit）。

#### 注释：

OSI 模型其他各层的数据单元均有专门的命名，但甚少提及而且容易混淆。为求突出重点概念，本书不一一加以介绍，也不推荐读者逐层记忆交换单元的名称。

在上面这个七层模型中，表示层和会话层的定义广受诟病，它们的存在也确实显得相当多余，这两层的服务在实际使用时基本都合并到了第 7 层中。

#### 注释：

虽然与这两层相关的内容在实际工作场合中基本不会出现，但当工程师们进行技术交流时，大家还是会称应用层为第 7 层。当然，第 5 层和第 6 层的说法在技术领域相当罕见。

除了把服务划分得过于琐碎，导致模型中的表示层和会话层大体处于空白之外，OSI 模型最终没有得到广泛应用的原因中还有一些其他因素。例如，OSI 模型的定义先于对 OSI 模型中协议的定义，这让 OSI 模型多少有一些纸上谈兵的意味。本书 3.1.5 节要介绍的 TCP/IP 模型则正好相反，它是通过既有协议归纳总结出来的模型，因此比 OSI 模型更有现实意义，在实际应用中也得到了最广泛的认可与采纳。

### 3.1.5 TCP/IP 参考模型

对于 TCP/IP 模型诞生的背景，本书在 1.1.2 节（萌芽的产生）中进行过简单的介



绍。这个模型与 OSI 模型的根本区别在于建立标准的方式。其中，OSI 模型的定义早于 OSI 模型各层对应协议的定义，这一点本书在 3.1.4 节末尾介绍过。也就是说，OSI 模型是在对各层对应的协议缺乏充分了解的情况下定义服务的。因此，使用现有协议和 OSI 模型来构建网络，往往会出现搭建的网络无法满足服务规范的情况，而专门针对 OSI 模型开发的协议又会由于 OSI 模型在设计时把服务定义得过于复杂，而导致这些协议也难以实现或者实现效率很低。这种模型定义的服务难以准确匹配协议的情况，给这个模型增添了一些理想主义的色彩。

TCP/IP 模型则正好相反，这个模型一开始就是对 TCP 和 IP 两个协议所作的描述，因此模型定义的服务与 TCP 和 IP 协议高度吻合。除了 TCP 协议和 IP 协议之外，TCP/IP 协议栈中还有很多协议是先在一些设备上使用并且实现了通信，然后再一边使用一边制订具体的协议规范。如果从这个角度上类比，OSI 模型就像是建筑设计师凭借理论标准起草的建筑设计草图，而 TCP/IP 模型则更像是照着一栋现成建筑测绘的建造参数。如果一定要从这两者中选择一个作为建筑的建造方案，后者提供的标准显然更具实用性也更有说服力。

TCP/IP 模型没有明确划分协议、服务和接口的概念，这在一定程度上与 TCP/IP 模型的诞生背景有关。我们在 1.1.2 节（萌芽的产生）中曾经提到：IP 协议起初就是 TCP 协议中的一个组件，后来才从 TCP 协议中分离出来。这也意味着这两个协议之间完全不需要借助定义接口就可以相互访问。另外，由于 TCP/IP 协议是对现有协议的描述，因此各层当前的服务一般都与这一层的协议有关。

TCP/IP 模型将通信过程定义为 4 层，它们的名称和作用如下文所述。

- **应用层 (Application Layer)**：TCP/IP 模型的应用层在功能上等同于 OSI 模型中应用层、表示层和会话层之和。Telnet、FTP、SMTP、HTTP 等协议都是 TCP/IP 模型中的应用层协议。关于这一层及一些对应的协议，本书会在第 8 章中进行详细介绍。
- **传输层 (Transport Layer)**：TCP/IP 模型的传输层在功能上与 OSI 模型的传输层相同，这一层中最重要的两个协议是 TCP（传输控制协议）和 UDP（用户数据报协议）。关于传输层和 TCP、UDP 两大协议的内容，本书会在第 7 章中进行详细介绍。
- **互联网层 (Internet Layer)**：TCP/IP 模型的互联网层在功能上与 OSI 模型的网络层类似，其目的都是让数据实现从源地址到目的地址的正确转发。IP 协议就是这一层中的协议。
- **网络接入层 (Network Access Layer)**：TCP/IP 模型的网络接入层也可以视为是主机与线路之间的接口。这一层的功能与 OSI 模型最下面的两层存在一定的重叠。但 TCP/IP 模型的网络接入层没有制订通过介质传输信号时所使用的协议。

图 3-6 所示为 OSI 模型与 TCP/IP 模型之间的对应关系。

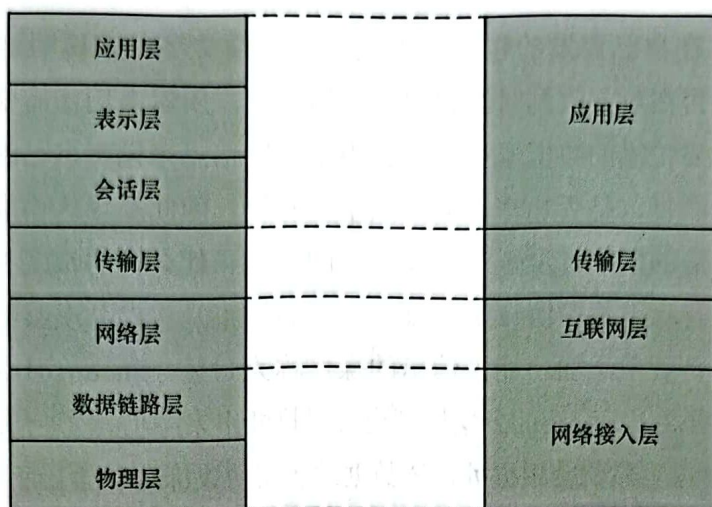


图 3-6 TCP/IP 模型与 OSI 模型的对应关系

如图 3-6 所示，TCP/IP 模型比 OSI 模型在层级划分上的轮廓要粗糙。从上三层的角度看，将 OSI 模型的表示层、会话层都整合到应用层当中与实际环境中的情况基本吻合。但对数据链路层和物理层不加区分的做法却有时会造成一些混淆，毕竟这两层在通信任务中扮演的角色截然不同。

从第 4 章开始，本书会按照 TCP/IP 模型，以从网络接入层到应用层这种自底向上的顺序，依次介绍这四层的任务及各层中的重要协议。为了解释为何应该区分物理层和数据链路层的功能这一问题，本书将在第 4 章“网络接入层”中，参照 OSI 模型及实际情况对物理层和数据链路层分别进行一些简单的介绍。

在对分层模型进行解释说明之后，本书 3.2 节的重点是结合分层模型，解释一次完整的通信究竟是如何完成的。

## 3.2 实现数据传输

在 3.1 节中，本书阐述了协议作为一种通信标准的必要性，提出了在复杂系统中使用多层协议的框架对不同功能进行标准化的做法。另外，3.1 节还介绍了两种知名度最高的网络参考模型，并且解释了网络模型的作用是规范通信流程。上面这些内容都是为介绍通信实现的流程而进行的铺垫。

在 3.2 节中，本书会用 TCP/IP 模型结合一些最常用的协议，介绍通信双方在一次通信过程中是如何对数据进行处理，解释协议这种标准如何让通信双方兑现网络模型给各层定义的服务，并且站在不同的角度分别介绍数据的处理方式。