

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材辅导书

计算机网络

释疑与习题解答

谢希仁 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是《计算机网络》的配套参考书。全书共9章，每一章都与《计算机网络（第7版）》的内容相对应，有全部习题和补充习题的详细解答，以及教学中常见的问题和解答。本书可供使用《计算机网络（第7版）》教材的教师和学生参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络释疑与习题解答 / 谢希仁编著. —北京：电子工业出版社，2017.7
ISBN 978-7-121-31638-8

I. ①计… II. ①谢… III. ①计算机网络—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第119303号

策划编辑：郝志恒

责任编辑：牛晓丽

印 刷：三河市华成印务有限公司

装 订：三河市华成印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

邮编：100036

开 本：787×1092 1/16

印张：18.25

字数：467千字

版 次：2017年7月第1版

印 次：2017年7月第1次印刷

定 价：39.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlbs@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：QQ 9616328。

前 言

有很多年了，我不断地收到广大读者给我的来信，向我索取《计算机网络》教材比较详细的习题解答。在和电子工业出版社的编辑进行多次研究后，决定出版《计算机网络（第7版）》教材的习题与常见问题的解答，作为《计算机网络》教材的辅导参考书，供使用此教材的教师和学生参考。

这本辅导参考书共分为9章，每一章都与《计算机网络（第7版）》的内容相对应。辅导参考书中每一章又分为前后两个部分。每一章的前一部分是初学者常常会提出的问题和作者给予的解答。后一部分是比较详细的习题解答，包括问答题的解答。对于重点内容，本书还补充了一些习题，以便读者能够根据自己的具体情况有更多的练习机会。在这些补充习题的题号前面都有一个星号（*）。

本辅导书的重点是第3~6章，因此这部分的篇幅也就较长。为了有别于《计算机网络（第7版）》教材上的图表编号，在常见问题部分的图表编号前加上“Q-”，而在习题解答部分的图表编号前则加上“T-”。

从作者自己的体会来看，提高学习能力的最主要手段是通过自己的研读钻研和实验手段真正懂得和掌握知识，而不应该是只靠查阅各式各样的习题解答。查阅现成的习题解答，看起来似乎是一条捷径，但从提高自己的学习能力来看，走这种“捷径”的效果很可能会较差。自己独立地解一道习题，虽然会碰到很多钉子，花费较多的时间，但这样做的收获反而会更大和更巩固。因此，作者殷切希望读者力求在自己独立做完习题后再参考本书给出的解答，即使没做对，也可以分析出错的原因，对自己也是一个提高。如果只为了应付一下交作业就照抄本书给出的题解，那恐怕就很难得到多少收获。

这几年，和计算机网络有关的新技术层出不穷，限于篇幅，本书仅选择少量的与教材内容关系较大的问题给出简单的解答。建议读者遇到一些新问题或新名词时，利用搜索工具在互联网上搜寻一下，一般都能较快地解决问题。

作者在此感谢为本书的编写提供素材的解放军理工大学指挥自动化学院的教师们，特别是陈鸣、胡谷雨、张兴元、齐望东、倪桂强、吴礼发等教授，他们及时地向作者反馈了教学过程中学生提出的问题。

限于水平，难免有些问题没有写清楚，甚至解答错了，诚恳希望读者及时指出。发来的邮件务请在主题栏(Subject)中简要写明来意，否则有可能会被当作垃圾邮件而删除。至于读者自己遇到的各种难题，作者没有足够的时间给出解答，恳请读者谅解。

作者的电子邮件地址：xiexiren@tsinghua.org.cn

作者声明：本书已独家授权电子工业出版社出版发行。目前在图书市场上销售的、自称是与作者编著的教材《计算机网络》配套的各种辅导书，均未得到作者授权或审阅，请广大读者注意。

谢希仁

2017年2月

于解放军理工大学，南京

目 录

第 1 章 概述	(1)
常见问题索引	(1)
常见问题与解答	(2)
习题与解答	(16)
第 2 章 物理层	(34)
常见问题索引	(34)
常见问题与解答	(34)
习题与解答	(39)
第 3 章 数据链路层	(49)
常见问题索引	(49)
常见问题与解答	(50)
习题与解答	(64)
第 4 章 网络层	(85)
常见问题索引	(85)
常见问题与解答	(86)
习题与解答	(100)
第 5 章 运输层	(133)
常见问题索引	(133)
常见问题与解答	(134)
习题与解答	(148)
第 6 章 应用层	(185)
常见问题索引	(185)
常见问题与解答	(186)
习题与解答	(199)
第 7 章 网络安全	(223)
常见问题索引	(223)
常见问题与解答	(223)

习题与解答	(233)
第 8 章 互联网上的音频/视频服务	(248)
常见问题索引	(248)
常见问题与解答	(248)
习题与解答	(250)
第 9 章 无线网络和移动网络	(270)
常见问题索引	(270)
常见问题与解答	(270)
习题与解答	(272)
(273)	(273)
(274)	(274)
(275)	(275)
(276)	(276)
(277)	(277)
(278)	(278)
(279)	(279)
(280)	(280)
(281)	(281)
(282)	(282)
(283)	(283)
(284)	(284)
(285)	(285)
(286)	(286)
(287)	(287)
(288)	(288)
(289)	(289)
(290)	(290)
(291)	(291)
(292)	(292)
(293)	(293)
(294)	(294)
(295)	(295)
(296)	(296)
(297)	(297)
(298)	(298)
(299)	(299)
(300)	(300)
(301)	(301)
(302)	(302)
(303)	(303)
(304)	(304)
(305)	(305)
(306)	(306)
(307)	(307)
(308)	(308)
(309)	(309)
(310)	(310)
(311)	(311)
(312)	(312)
(313)	(313)
(314)	(314)
(315)	(315)
(316)	(316)
(317)	(317)
(318)	(318)
(319)	(319)
(320)	(320)
(321)	(321)
(322)	(322)
(323)	(323)
(324)	(324)
(325)	(325)
(326)	(326)
(327)	(327)
(328)	(328)
(329)	(329)
(330)	(330)
(331)	(331)
(332)	(332)
(333)	(333)
(334)	(334)
(335)	(335)
(336)	(336)
(337)	(337)
(338)	(338)
(339)	(339)
(340)	(340)
(341)	(341)
(342)	(342)
(343)	(343)
(344)	(344)
(345)	(345)
(346)	(346)
(347)	(347)
(348)	(348)
(349)	(349)
(350)	(350)
(351)	(351)
(352)	(352)
(353)	(353)
(354)	(354)
(355)	(355)
(356)	(356)
(357)	(357)
(358)	(358)
(359)	(359)
(360)	(360)
(361)	(361)
(362)	(362)
(363)	(363)
(364)	(364)
(365)	(365)
(366)	(366)
(367)	(367)
(368)	(368)
(369)	(369)
(370)	(370)
(371)	(371)
(372)	(372)
(373)	(373)
(374)	(374)
(375)	(375)
(376)	(376)
(377)	(377)
(378)	(378)
(379)	(379)
(380)	(380)
(381)	(381)
(382)	(382)
(383)	(383)
(384)	(384)
(385)	(385)
(386)	(386)
(387)	(387)
(388)	(388)
(389)	(389)
(390)	(390)
(391)	(391)
(392)	(392)
(393)	(393)
(394)	(394)
(395)	(395)
(396)	(396)
(397)	(397)
(398)	(398)
(399)	(399)
(400)	(400)

第 1 章 概 述

常见问题索引

- 问题 1-1. 怎样理解“网络的网络”？
- 问题 1-2. 为什么我们要区分小写 i 的 internet 和大写 I 的 Internet？
- 问题 1-3. 有人把 Internet 译为国际互联网。这样的译名是否准确？
- 问题 1-4. 为什么 internet 有两种不同的译名——“互联网”和“互连网”？
- 问题 1-5. 名词 node 应当译为“节点”还是“结点”？
- 问题 1-6. “主机”和“计算机”一样不一样？
- 问题 1-7. 名词 ISP (Internet Service Provider) 应当译为“互联网服务提供商”还是“互联网服务提供者”？
- 问题 1-8. 在 C/S 方式中，为什么 C (即 Client) 有时译为“客户”而有时却译为“客户机”？
- 问题 1-9. 能否说：“电路交换就是面向连接，而分组交换就是无连接”？
- 问题 1-10. 我们能否在同一时间，在不同的层次使用不同的连接方式（面向连接和无连接方式）？
- 问题 1-11. 一个主机能否同时连接到两种不同的网络上，其中的一个网络采用面向连接的方式通信，而另一个网络采用无连接方式？
- 问题 1-12. 在计算机网络中，经常遇到“面向连接”这样的名词。应当怎样理解“面向”所代表的意义？
- 问题 1-13. 在物理层的“连接”是否就是“使用导线的连接”？
- 问题 1-14. 互联网使用的 IP 协议是无连接的，因此其传输是不可靠的。这样容易使人们感到互联网很不可靠。那么为什么当初不把互联网的传输设计成为可靠的？
- 问题 1-15. 在具有五层协议的体系结构中，如果下面的一层使用面向连接服务或无连接服务，那么在上面的一层是否也必须使用同样性质的服务呢？或者说，我们是否可以在各层任意使用面向连接服务或无连接服务呢？
- 问题 1-16. 在运输层应根据什么原则来确定使用面向连接服务还是无连接服务？
- 问题 1-17. 在数据链路层应根据什么原则来确定使用面向连接服务还是无连接服务？
- 问题 1-18. TCP/IP 的体系结构到底是四层还是五层？
- 问题 1-19. 我们常说“分组交换”，但又常说“路由器转发 IP 数据报”或“路由器转发帧”，“分组”一词究竟应当用在什么场合？
- 问题 1-20. 到商店购买一个希捷公司生产的 4 TB 的硬盘。当安装到电脑上以后，我们使用 Windows 资源管理器在该磁盘的“属性”中发现只有 3.63 TB。是什么地方出了差错吗？

- 问题 1-21. 字节(byte)和八位位组(octet)有没有区别?
- 问题 1-22. 英文名词 bit 应当译为“比特”还是“位”?
- 问题 1-23. 有这样的说法: 习惯上, 人们都将网络的“带宽”作为网络所能传送的“最高数据率”的同义语。这样的说法有何根据?
- 问题 1-24. 有时可听到人们将“带宽为 10 Mbit/s 的以太网”说成是“速率(或速度)为 10 Mbit/s 的以太网”或“10 兆速率(或速度)的以太网”。试问这样的说法正确否?
- 问题 1-25. 有人说, 宽带信道相当于高速公路车道数目增多了, 可以同时并行地跑更多数量的汽车, 虽然汽车的时速并没有提高(这相当于比特在信道上的传播速率没有提高), 但整个高速公路的运输能力却提高了, 相当于能够传送更多数量的比特。这种比喻合适否?
- 问题 1-26. 如果将时延带宽积管道比作传输链路, 那么是否宽带链路对应的时延带宽积管道就比较宽呢?
- 问题 1-27. 网络的吞吐量与网络的时延有何关系?
- 问题 1-28. 什么是“无缝的”、“透明的”和“虚拟的”?
- 问题 1-29. 我们知道, 协议有三个要素, 即语法、语义和同步。语义是否已经包括了同步的意思?
- 问题 1-30. 为什么协议不能设计成 100%可靠的?
- 问题 1-31. 什么是互联网的摩尔定律?

常见问题与解答

问题 1-1. 怎样理解“网络的网络”?

解答: 大家知道, 网络有三个要素, 即计算机、结点(如计算机、集线器、交换机或路由器等)和链路。或者可用以下方式来表达:

$$\text{网络} = \{\text{计算机, 结点, 链路}\}$$

这里的“结点”起到把各计算机粘合起来的作用。

网络的网络是把许多网络连接起来, 因此, 网络的网络也有三个要素, 即网络、结点(这里的结点就是路由器)和链路。因此, 网络的网络可用以下方式来表达:

$$\text{网络的网络} = \text{互连网} = \{\text{网络, 路由器, 链路}\}$$

下面的图 Q-1-1 说明了上述概念。

因此, 我们必须建立这样的概念:

网络把许多计算机连接在一起, 而互连网则把许多网络连接在一起。

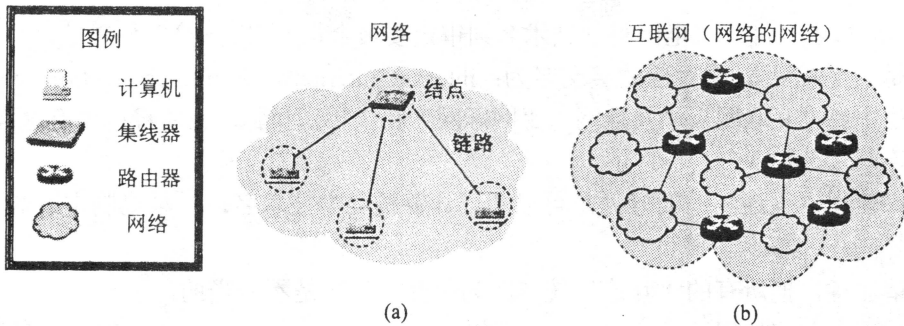


图 Q-1-1 简单的网络(a)和由网络构成的互连网(b)

问题 1-2. 为什么我们要区分小写 i 的 internet 和大写 I 的 Internet?

解答: 中文没有什么大写和小写的问题。是创建互联网的美国人强调了这种区分。他们在 RFC 1208 中强调了这两个名词的意思是很不一样的。即:

以小写字母 i 开始的 **internet** (互连网) 是一个通用名词, 它泛指由多个计算机网络互连而成的网络。在这些网络之间的通信协议 (即通信规则) 可以是任意的。

以大写 I 开始的 **Internet** (互联网) 则是一个专用名词, 它指当前全球最大的、开放的、由众多网络相互连接而成的特定计算机网络, 它采用 TCP/IP 协议族作为通信的规则, 且其前身是美国的 ARPANET。顺便指出, 现在世界上百多个国家都把自己建造的网络连接到互联网上, 因此现在说“互联网是美国的”则是错误的。凡连接到互联网的国家, 都能够享受互联网所提供的各种服务。从享受服务的意义上讲, 互联网可以说是属于全世界的。当然, 每一个国家所建造的网络的主权, 还是属于各自的国家。

虽然“因特网”曾被推荐为 Internet 的译名, 但因各种原因未能被各界采用。因此本教材也不再采用“因特网”这一译名。

上面是讲这两种网络 (internet 和 Internet) 的区别, 但这两种网络却有一个共同点, 它们都是“网络的网络”。

问题 1-3. 有人把 Internet 译为国际互联网。这样的译名是否准确?

解答: 不太准确! 这是因为互联网本来就是国际性的, 没有必要再加上“国际”这样的定语。没有“本国的”互联网。

问题 1-4. 为什么 internet 有两种不同的译名“互联网”和“互连网”?

解答: 作者认为, 这里的原因是我们的译名标准化的工作滞后, 结果各种不同的译名都出现了。

在《现代汉语辞典》修订本 (中国社会科学院语言研究所辞典编辑室编, 商务印书馆 1996 年出版) 第 782 页上有: “**【连接】**也作**联接**”。

在《现代汉语辞典》785 页上有: “**【联接】**同‘连接’”。

这表明“连接”和“联接”基本上是一样的意思。

在全国自然科学名词审定委员会公布的《计算机科学技术名词》(科学出版社 1994 年 12 月出版) 一书中, 英文名词 Connection 确定译为“连接”; Interconnection 确定译为“互连”;

Internetworking 确定译为“网际互连”。这样的译名是很准确的。

1997年7月18日,“全国科学技术名词审定委员会推荐名(一)”公布了。其中的第一个名词就是“互联网”,它对应的英文名为: internet, internetwork, interconnection network。在现有名一栏中有“互联网”、“互连网”、“网际网”和“网间网”,在注释栏中有这样几个字:“又称互连网”。

但是,使用“互连网”的好处是可以和《计算机科学技术名词》早已制定过的一些名词衔接得更好些。

不过请注意,把所有的“互连”统统改为“互联”则是不恰当的。

总之,现在普遍的用法是这样的。“互连网”表示通用名词 internet,而“互联网”表示专用名词 Internet。

我们在学习计算机网络时,应当清楚地了解这一现实。

问题 1-5. 名词 node 应当译为“节点”还是“结点”?

解答: 名词 node 的标准译名有两个。在科学出版社 1994 年出版的《计算机科学技术名词》的第 112 页是这样写的:

node 节点 08.078, 结点 12.023

上面的 08.078 代表的意思是:

08 —— 指《计算机科学技术名词》一书中的第 8 分支学科,即“语言与编译”学科,而 078 表示本学科中的第 78 个名词。再看看这个名词前面的两个名词(语义树、伪语义树),我们就更加清楚地看到,在涉及到“树”的时候,node 应当译为“节点”。其实,在通信学科,在天线领域,当 node 用来指天线上驻波电场强度等于零的地方时,就应当用“节点”(很像竹竿上的一个个节点)。

上面的 12.023 代表的意思是:

12 —— 指《计算机科学技术名词》一书中的第 12 分支学科,即“计算机网络”学科,而 023 表示本学科中的第 23 个名词。

可见网络上的 node 应当译为“结点”(很像打鱼的网上面的结点)。

但不幸的是,不知是什么原因,一开始就有很多人把网络上的 node 译为“节点”。也许是因为在《计算机科学技术名词》中“节点”写在前面,而“结点”写在后面,因而误认为应当优先使用写在前面的译名。结果习惯成自然。尽管有很多专家提出,对于网络,应当使用准确的译名“结点”,但据估计,目前国内的教科书和文献中,绝大多数人仍然习惯于使用不大准确的译名“节点”。这也是很遗憾的。

问题 1-6. “主机”和“计算机”一样不一样?

解答:“主机”(host)就是“计算机”(computer),因此“主机”和“计算机”应当是一样的意思。

不过在互联网中,“主机”是指任何连接在互联网上的(也就是连接在互联网中某一个物理网络上的)、可以运行应用程序的计算机系统。主机可以小到 PC,也可以大到巨型机。主

机的 CPU 可以很慢也可以很快，其存储器可以很小也可以很大。但 TCP/IP 协议族可以使互联网上的任何一对主机都能进行通信，而不管它们的硬件有多大区别。

问题 1-7. 名词 ISP (Internet Service Provider) 应当译为“互联网服务提供商”还是“互联网服务提供者”？

解答：有人把 ISP 译为互联网服务提供商，理由是因为很多 ISP 都是要赚钱的，是运营商。

但作者认为 ISP 并不都是运营商。有的 ISP 是学校（如有的比较大的大学就是一个 ISP，它负责分配本大学内部的 IP 地址），但这个 ISP 并非以赢利为目的。

因此，ISP 中的 Provider 还是译为“提供者”比较准确。

问题 1-8. 在 C/S 方式中，为什么 C（即 Client）有时译为“客户”而有时却译为“客户机”？

解答：我们把 Client 不译为“客户机”而是译为“客户”，是为了强调这是个软件，不是机器。同样地，服务器(Server)也是文件，不是机器。

然而有时我们也要谈到运行这些软件的机器。客户端的机器(Client machine)，则译为“客户端”或“客户机”。服务器端的机器，就仍然叫做“服务器”。

这里最重要的概念就是：客户(Client)和服务器(Server)都是指通信中所涉及的应用进程。客户-服务器方式所描述的是进程之间服务和被服务的关系。客户是服务请求方，服务器是服务提供方。

当然，“器”也不一定是硬件。例如，软件中的编译程序也可叫做编译器。所以关键是要弄清是硬件还是软件。

问题 1-9. 能否说：“电路交换就是面向连接，而分组交换就是无连接”？

解答：不行。这在概念上是很不一样的。现举例说明如下。

电路交换就是在 A 和 B 要通信的开始，必须先建立一条从 A 到 B 的连接（中间可能经过很多的交换结点）。当 A 到 B 的连接建立后，通信就沿着这条路径进行。A 和 B 在通信期间始终占用这条信道（全程占用），即使在通信的信号暂时不在通信路径上流动时（例如打电话时双方暂时停止说话），也同样占用信道。通信完毕时就释放所占用的信道，即断开连接，将通信资源还给网络，以便让其他用户可以使用。因此电路交换使用面向连接的服务。

但分组交换也可以使用面向连接服务。例如 X.25 网络、帧中继网络或 ATM 网络都属于分组交换网。然而这种面向连接的分组交换网在传送用户数据之前必须先建立连接。数据传送完毕后还必须释放连接。

因此使用面向连接服务的可以是电路交换，也可以是分组交换。

换言之，电路交换肯定是面向连接的，但面向连接的也可以是分组交换。传统的电路交换是面向连接的，而 IP 这种分组交换是无连接的。

使用分组交换时，分组在哪条链路上传送就占用了哪条链路的信道资源，但分组尚未到达的链路则暂时还不占用这部分网络资源（这时，这些资源可以让其他用户使用）。因此分组交换不是全程占用资源而是在一段时间占用一段资源。可见分组交换方式是很灵活的。

现在的互联网所使用的分组交换采用 IP 协议，IP 协议使用无连接的 IP 数据报来传送数据，即不需要先建立连接就可以立即发送数据。当数据发送完毕后也不存在释放连接的问题。因此，使用无连接的数据报进行通信既简单又灵活。

面向连接和无连接是强调通信必须经过什么样的阶段。面向连接必须经过三个阶段：“建立连接→传送数据→释放连接”，而无连接则只有一个阶段：“传送数据”。

电路交换和分组交换则是强调在通信时用户对网络资源的占用方式。电路交换是在连接建立后到连接释放前全程占用信道资源，而分组交换则强调在数据传送时断续占用信道资源（分组在哪一条链路上传送就占用哪一条链路的信道资源）。

面向连接和无连接往往可以在不同的层次上来讨论。例如，在数据链路层，HDLC 和 PPP 协议是面向连接的，而以太网使用的 CSMA/CD 则是无连接的（见教材 3.3.2 节）。在网络层，X.25 协议是面向连接的，而 IP 协议则是无连接的。在运输层，TCP 是面向连接的，而 UDP 则是无连接的。但是我们却不能说：“TCP 是电路交换”，而应当说：“TCP 可以向应用层提供面向连接的服务”。需要注意的是，在运输层的面向连接中的“连接”，并非是“物理上的连接”。这点我们将在讨论运输层时再深入研究。

问题 1-10. 我们能否在同一时间，在不同的层次使用不同的连接方式（面向连接和无连接方式）？

解答：当然可以。例如，当我们发送电子邮件时，电子邮件协议需要使用面向连接的 TCP 协议，但 TCP 协议要使用下面的无连接的 IP 协议。IP 协议又使用数据链路层的 PPP 协议，而 PPP 协议是面向连接的。

问题 1-11. 一个主机能否同时连接到两种不同的网络上，其中的一个网络采用面向连接的方式通信，而另一个网络采用无连接方式？

解答：可以。一个主机可以使用两个不同的接口。一个接口连接到面向连接的分组交换网（例如 X.25 网），而另一个接口连接到分组交换网（如使用 IP 协议的互联网）。具有多个网络接口的主机叫做“多归属主机”（multi-homed host）。

问题 1-12. 在计算机网络中，经常遇到“面向连接”这样的名词。应当怎样理解“面向”所代表的意思？

解答：“面向连接”是英文术语“connection-oriented”的标准译名。“面向连接”的意思实际上就是“基于连接”。

问题 1-13. 在物理层的“连接”是否就是“使用导线的连接”？

解答：在早期的电话通信中，从主叫用户到被叫用户的确存在一条真正的物理连接，即用导线的连接。

但采用了时分复用(TDM)后，在交换机中实现的时隙交换和以前的物理上的连接并不一样。比特从交换机的入口写入到某个时隙，然后隔了非常短的时间后（电话用户根本不会感觉到这种时间滞后），又在另一个时隙读出，从交换机的出口发送到下一个交换机。这样，从主叫用户到被叫用户的连接，已经不再是真正的使用导线的物理连接了。像这样的通信仍然

属于电路交换。在这种情况下，我们仍然说，在主叫和被叫的通话期间，他们一直占用着这条连接的整个通信资源（其他用户不能共享这条连接的通信资源）。

当移动通信出现后，从主叫用户手机到基站，以及从另一个基站到被叫用户手机，都占用了相应的无线链路的连接。因此，从主叫用户到被叫用户的连接，既包含了无线连接，也包含了有线连接（铜线或光纤）。显然，无线连接就不是使用导线的连接。

因此，在物理层的连接不一定是使用导线的连接。

问题 1-14. 互联网使用的 IP 协议是无连接的，因此其传输是不可靠的。这样容易使人们感到互联网很不可靠。那么为什么当初不把互联网的传输设计成为可靠的？

解答： 这个问题很重要，需要多一些篇幅来讨论。

先打一个比方。邮局寄送的平信很像无连接的 IP 数据报。每封平信可能走不同的传送路径，同时邮局对平信也不保证不丢失。当收信人没有收到寄出的平信时，去找邮局索赔是没有用的。邮局会说：“平信不保证不丢失。怕丢失就请你寄挂号信。”但是大家并不会将所有的信件都用挂号方式邮寄，这是因为邮局并不会随意地将平信丢弃，而丢失平信的概率也不大，况且寄挂号信要多花 3 元钱，还要去邮局排队，太麻烦。总之，尽管寄平信有可能会丢失，但绝大多数的信件还是平信，因为寄平信方便、便宜。

我们知道，传统电信网的最主要用途是进行电话通信。普通的电话机很简单，没有什么智能。因此电信公司就不得不把电信网设计得非常好，这种电信网可以保证用户通话时的通信质量。这点对使用非常简单的电话机的用户则是非常方便的。但电信公司为了建设能够确保传输质量的电信网则付出了巨大的代价（使用昂贵的程控交换机和网管系统）。

数据的传送显然必须是非常可靠的。当初美国国防部在设计 ARPANET 时有一个很重要的讨论内容就是：“谁应当负责数据传输的可靠性？”这时出现了两种对立的意见。一种意见主张应当像电信网那样，由通信网络负责数据传输的可靠性（因为电信网的发展历史及其技术水平已经证明了人们可以把网络设计得相当可靠）。但另一种意见则坚决主张由用户的主机负责数据传输的可靠性。这里最重要的理由是：这样可以使计算机网络便宜、灵活，同时还可以满足军事上的各种特殊的需求。下面用一个简单例子来说明这一问题。

设主机 A 通过互联网向主机 B 传送文件（如图 Q-1-14 所示）。怎样才能实现文件数据的可靠传输呢？

如按照电信网的思路，就应当设法把不可靠的互联网做成可靠的互联网（这需要花费相当多的钱）。

但设计计算机网络的人采用另外一种思路，即设法实现端到端的可靠传输。

提出这种思路的人认为，计算机网络和电信网的一个重大区别就是终端设备的性能差别很大。电信网的终端是非常简单的、没有什么智能的电话机。因此电信网的不可靠必然会严重地影响人们利用电话的通信。但计算机网络的终端是有很多智能的主机。这样就使得计算机网络和电信网有两个重要区别。第一，即使传送数据的互联网有一些缺陷（如造成比特差错或分组丢失），但具有很多智能的终端主机仍然有办法实现可靠的数据传输（例如，能够及时发现差错并通知发送方重传刚才出错的数据）。第二，即使网络可以实现 100% 的无差错传输，端到端的数据传输仍然有可能出现差错。我们可以用一个简单的例子来说明这个问题。这就是主机 A 向主机 B 传送一个文件的情况。

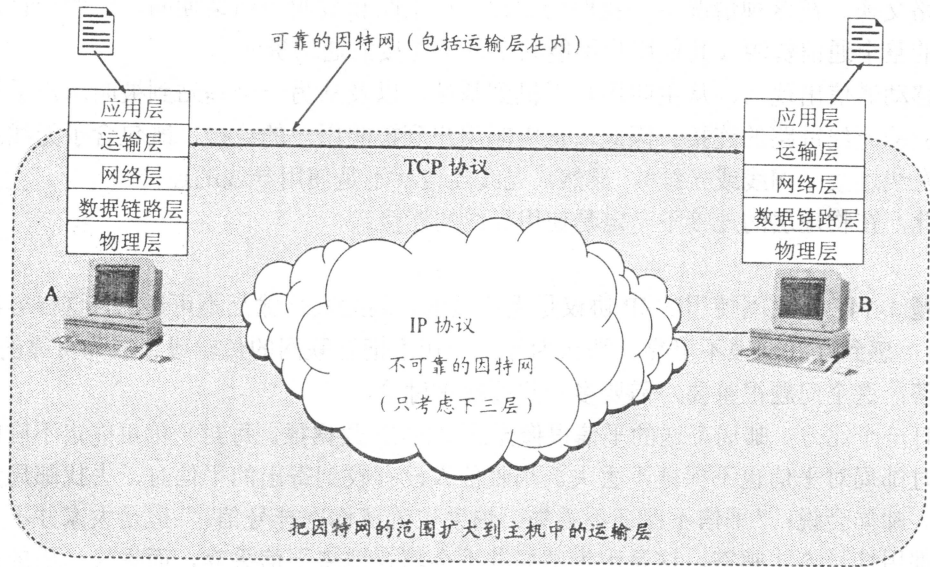


图 Q-1-14 互联网的范围

文件通过一个文件系统存储在主机 A 的硬盘中。主机 B 也有一个文件系统，用来接收和存储从 A 发送过来的文件。应用层使用的应用程序现在就是文件传送程序，这个程序一部分在主机 A 运行，另一部分在主机 B 运行。现在讨论文件传送的大致步骤。

(1) 主机 A 的文件传送程序调用文件系统把文件从硬盘中读出，然后文件系统把文件传递给文件传送程序。

(2) 主机 A 请求数据通信系统把文件传送到主机 B。这里包括使用一些通信协议和把数据文件划分为适当大小的分组。

(3) 通信网络把这些数据分组逐个传送给主机 B。

(4) 在主机 B，数据通信协议把收到的数据传递给文件传送应用程序在主机 B 运行的那一部分。

(5) 在主机 B，文件传送程序请求主机 B 的文件系统把收到的数据写到主机 B 的硬盘中。

在以上的几个步骤中，都存在使数据受到损伤的一些因素。例如：

(1) 虽然文件原来是正确地写在主机 A 的硬盘上的，但在读出后就可能出现差错（如在磁盘存储系统中的硬件出现了故障）。

(2) 文件系统、文件传送程序或数据通信系统的软件在对文件中的数据进行缓存或复制的过程中都有可能出现故障。

(3) 主机 A 或 B 的硬件处理机或存储器在主机 A 或 B 进行数据缓存或复制的过程中也有可能出现故障。

(4) 通信系统在传输数据分组时有可能产生检测不出来的比特差错，甚至丢失某些分组。

(5) 主机 A 或 B 都有可能在进行数据处理的过程中突然崩溃。

由此可看出，即使对于这样一个简单的文件传送任务，仅仅使通信网络非常可靠并不能保证文件从主机 A 硬盘到主机 B 硬盘的传送是可靠的。也就是说，花费很多的钱把数据传输网络做成非常可靠的，对传送计算机数据来说是得不偿失的。既然现在的终端设备有智能，就应当把数据传输网络设计得简单些，而让具有智能的终端来完成“使传输变得可靠”的任务。

于是，计算机网络的设计者采用了一种策略，这就是“端到端的可靠传输”。更具体些说，就是在运输层使用面向连接的 TCP 协议，它可保证端到端的可靠传输。只要主机 B 的 TCP 发现数据的传输有差错，就告诉主机 A 把出现差错的那部分数据重传，直到这部分数据正确传送到主机 B 为止（见教材第 5 章）。而 TCP 发现不了数据有差错的概率是很小的。采用这样的建网策略，既可以使网络部分价格便宜和灵活可靠，又能够保证端到端的可靠传输。

这样，我们可以想象，把互联网的范围稍微扩大一些，即不仅仅包括网络层，而且要扩大到主机中的运输层（见图 Q-1-14）。由于运输层使用了 TCP 协议，使得端到端的数据传输成为可靠的，这样扩大了范围的互联网就成为可靠的网络。

因此，“互联网提供的数据传输是不可靠的”或“互联网提供的数据传输是可靠的”这两种说法都可以在文献中找到，问题是怎样界定互联网的范围。如果说互联网提供的数据传输是不可靠的，那么这里的互联网指的是不包括主机在内的网络（仅有下三层）。说互联网提供的数据传输是可靠的，就表明互联网的范围已经扩大到主机的运输层。

再回到通过邮局寄平信的例子。当我们寄出一封平信后，可以等待收信人的确认（通过他的回信）。如果隔了一些日子还没有收到回信，我们可以将该信件再寄一次。这就是将“端到端的可靠传输”的原理用于寄信的例子。

问题 1-15. 在具有五层协议的体系结构中，如果下面的一层使用面向连接服务或无连接服务，那么在上面的一层是否也必须使用同样性质的服务呢？或者说，我们是否可以在各层任意使用面向连接服务或无连接服务呢？

解答：实际上，在五层协议栈中，并非在所有的层次上都存在这两种服务方式的选择问题。

在网络层由于现在大家都使用 IP 协议，它只提供一种服务，即无连接服务。在使用 IP 协议的网络层的下面和上面，都可以使用面向连接服务或无连接服务。

已经过时的 OSI 体系结构在网络层使用面向连接的 X.25 协议。但在互联网成为主流计算机网络后，即使还有很少量的 X.25 网在使用，那也往往是在 X.25 协议上面运行 IP 协议，即 IP 网络把 X.25 网当作一种面向连接的链路使用。

在网络层下面的数据链路层可以使用面向连接服务（如使用拨号上网的 PPP 协议），即 IP 可运行在面向连接的网络之上。

但网络层下面也可以使用无连接服务（如使用以太网，见教材 3.3 节），即 IP 可运行在无连接网络之上。

网络层的上面是运输层。运输层可以使用面向连接的 TCP，也可以使用无连接的 UDP。

问题 1-16. 在运输层应根据什么原则来确定使用面向连接服务还是无连接服务？

解答：根据上层应用程序的性质来确定使用哪种连接服务。

例如，在传送文件时要使用文件传送协议 FTP，而文件的传送必须是可靠的，因此在运输层就必须使用面向连接的 TCP 协议。但是若应用程序要传送分组语音或视频点播信息，那么为了保证信息传输的实时性，在运输层就必须使用无连接的 UDP 协议。

另外，选择 TCP 或 UDP 时还需考虑对连接资源的控制。若应用程序不希望在服务器端同时建立太多的 TCP 连接，可考虑采用 UDP。

问题 1-17. 在数据链路层应根据什么原则来确定使用面向连接服务还是无连接服务?

解答: 在设计硬件时就能够确定。例如, 若采用拨号电路, 则数据链路层将使用面向连接服务。但若使用以太网, 则数据链路层使用的是无连接服务。

问题 1-18. TCP/IP 的体系结构到底是四层还是五层?

解答: 在一些书籍和文献中的确有这两种不同的说法。作者认为, 四层或五层都关系不大。因为 TCP/IP 体系结构中最核心的部分就是靠上面的三层: 应用层、运输层和网络层。至于最下面的是一层——网络接口层, 还是两层——网络接口层和物理层, 这都不太重要, 因为 TCP/IP 本来没有为网络层以下的层次制定什么标准。TCP/IP 的思路是: 形成 IP 数据报后, 只要交给下面的网络去发送就行了, 不必再考虑得太多。用 OSI 的概念, 将下面的两层称为数据链路层和物理层是比较清楚的。

问题 1-19. 我们常说“分组交换”, 但又常说“路由器转发 IP 数据报”或“路由器转发帧”, “分组”一词究竟应当用在什么场合?

解答: “分组”(packet)也就是“包”, 它是一个不太严格的名词, 意思是将若干个比特加上首部的控制信息封装在一起, 组成一个在网络上传输的数据单元。在数据链路层这样的数据单元叫做“帧”。而在 IP 层(即网络层)这样的数据单元就叫做“IP 数据报”。在运输层这样的数据单元就叫做“TCP 报文段”或“UDP 用户数据报”。但在不需要十分严格和不致弄混的情况下, 有时也都可笼统地采用“分组”这一名词。这点请读者注意。

OSI 为了使数据单元的名词准确, 就创造了“协议数据单元”PDU 这一名词。在数据链路层的 PDU 叫做 DLDPDU, 即“数据链路协议数据单元”。在网络层的 PDU 叫做“网络协议数据单元”NPDU。在运输层的 PDU 叫做“运输协议数据单元”TPDU。虽然这样做十分严谨, 但过于烦琐, 现在已没有什么人愿意使用这样的名词。

问题 1-20. 到商店购买了一个希捷公司生产的 4 TB 的硬盘。当安装到电脑上以后, 我们使用 Windows 资源管理器在该磁盘的“属性”中发现只有 3.63 TB。是什么地方出了差错吗?

解答: 不是。这个因为希捷公司的硬盘标记中的 T 表示 10^{12} , 而微软公司 Windows 软件中的 T 表示 2^{40} 。 $3.63 \times 2^{40} \approx 4 \times 10^{12}$, 即希捷公司的 4 TB 和微软公司的 3.63 TB 相等。

问题 1-21. 字节(byte)和八位位组(octet)有没有区别?

解答: 严格说来, 这两个名词是有区别的。“字节”与具体的计算机有关。有的计算机(如以前的 CDC 大型机)定义一个字节等于 6 bit, 但也有的计算机(如 BBN 的 C 型计算机)则定义一个字节等于 10 bit。但一个八位位组严格地等于 8 bit。可见, 当计算机使用的字节定义为 8 bit 时, “字节”和“八位位组”是一样的。但是现在绝大多数的计算机工作者都已经把“字节”和“八位位组”当作同义词了。总之, 当需要使用各种不同的计算机时, 区分“字节”和“八位位组”是必要的。我们的教材主要是讲授基本原理, 因此可以认为“字节”和“八位位组”都是表示 8 bit。

问题 1-22. 英文名词 bit 应当译为“比特”还是“位”？

解答：在《计算机科学技术名词》的第 90 页上面给出了 bit 的标准译名：

bit [二进制]位 01.128, 比特 12.070

可见 bit 有两个标准译名——“位”和“比特”。

这里要注意的是，本来 bit 就是从“binary digit”衍生出来的名词。在英语世界的国家中，不论是计算机学科，还是通信学科，都使用 bit 这个名词，从来没有产生过什么不明确的地方。但在翻译成中文时就出现了不同的译名。计算机界愿意用“位”，而通信界则愿意用“比特”。这样就产生了两个不同的译名。

我们还应当注意的是：严格来讲，“位”其实应当是指二进制的位。我们有时可能还会用到八进制或十六进制的“位”，那么这时的“位”就不应当是 bit 了。

还要指出的是：

在《计算机科学技术名词》中的“位”后面的 01.128 代表的意思是：

01 —— 指《计算机科学技术名词》一书中的第 1 分支学科，即“总论”学科，而 128 表示本学科中的第 128 个名词。

在《计算机科学技术名词》中的“比特”后面的 12.070 代表的意思是：

12 —— 指《计算机科学技术名词》一书中的第 12 分支学科，即“计算机网络”学科，而 070 表示本学科中的第 70 个名词。

这样看来，在计算机网络中，把 bit 译为“比特”应当是没有问题的。但计算机网络是通信与计算机相结合的学科。因此，在涉及到计算机较多的地方，很多人又喜欢使用“位”这个名词，如“32 bit 的 IP 地址”译为“32 位的 IP 地址”。当然，用“32 比特的 IP 地址”也是可以的。

又如，“10 Mbit/s 的速率”则应当译为“每秒 10 兆比特的速率”，而不应当译为“每秒 10 兆位的速率”。

问题 1-23. 有这样的说法：习惯上，人们都将网络的“带宽”作为网络所能传送的“最高数据率”的同义语。这样的说法有何根据？

解答：还没有找到这种说法出自哪一个国际标准或重要的 RFC 文件（欢迎读者告诉作者）。但是在一些著名国外教材中可以找到类似的说法。例如，

在教材附录 C 的[PETE11]一书的第 45 页上写着：

If you see the word “bandwidth” used in a situation in which it is being measured in hertz, then it probably refers to the range of signals that can be accommodated.

（如果你见到“带宽”使用在用赫兹度量的情况下，那么它很可能就是指可提供的信号的范围。）

When we talk about the bandwidth of a communication link, we normally refer to the number of bits per second that can be transmitted on the link.

（当我们谈到一条通信链路的带宽时，我们通常是指在这条链路上每秒所能传送的比特数。）