

COMPUTER NETWORK
ARCHITECTURE AND PROTOCOLS

计算机网络 体系结构与协议

【美】 Paul E. Green, Jr.

中国计算机技术服务公司河北分公司

中国科学院科海培训中心

中国计算机用户协会河北省分会

COMPUTER NETWORK
ARCHITECTURE AND PROTOCOLS

计算机网络 体系结构与协议

【美】 Paul E. Green, Jr.

王英彬 林宪枢 柏 玲 等合译

陈宝吉 审 校

中国计算机技术服务公司河北分公司
中国科学院科海培训中心
中国计算机用户协会河北省分会

译者序

由于电脑技术的迅速发展,尤其是计算机网络和数据库技术的成熟和应用,使得计算机在社会各个领域的应用日益广泛。通信技术和计算机技术的迅速发展和密切结合,迎来了新的技术革命和信息化社会。

近年来,随着我国计算机事业的蓬勃发展,计算机的应用与开发工作已全面展开,许多单位和部门已经在单机开发与应用的基础上,着手于计算机网络和办公自动化的研究与实施。

考虑到目前我国还缺少这方面的书籍和资料,为了适应信息革命的需要,中国计算机技术服务公司河北分公司特组织协作网力量,翻译出版了能反映当前世界先进技术的网络专著:《计算机网络体系结构与协议》,并推荐给广大科技工作者。

译者认为,本书具有如下几个鲜明的特点:

1、本书的作者都是已从事多年ISO/OSI标准化研究工作的著名学者和专家。本书中,著者均以OSI的七层标准参考模型为目标,对其进行了较全面的、详细的论述。可以说本书是一部OSI标准化工作的论文集和解释版本。

2、本书将网络体系结构、网络结构(指拓扑结构)、各层协议、网络互连及设计方法等人们最关注的问题,逐章进行分析和论证,给出了在建网工作中应掌握的清晰、确切的概念和方法。所以,本书又是一本进行计算机连网工作时可借鉴的技术指导书。

3、本书虽由多人分块执笔写成,但各部分的衔接和全书的构思均恰到好处。书中举例、图表解释完整,全书重点突出(以体系结构、通信协议和网络互连等为重点),内容新颖清晰,符合由简到繁、由易及难的认识规律,易于学习和掌握。所以,本书可做从事计算机与通信工作的广大科技者、研究生、大学高年级学生和现场操作人员学习《计算机网络》时的教材、自学参考书或培训用教材。

4、由于作者采用了最新颖的描述方法和思想方法,并以论证的手法对计算机网络方面的主要问题做了充分的论述。因此,它是目前已出版的同类书目中最全面、最有实用价值的一本专著。

本书的第一、二、三部分由河北省计算机技术服务公司技术开发部王英彬同志主译,第四部分由华北电力学院科技情报室柏玲同志翻译,第四、五、六部分由华北电力学院研究生部林宪枢同志翻译。此外,湖南省电力局中调所欧阳勇熙同志、华北电力学院计算机教研室史光丽同志亦参加了部分翻译工作。全书由全国高等院校计算机基础教育研究会理事兼学术委员会委员、河北省计算机学会副理事长陈宝吉副教授主审,由中国计算机技术服务公司河北分公司技术开发部副主任王英彬同志负责技术审校、统编及封面设计,由电力工业出版社五环出版服务部负责编辑加工和版式设计。

在组织翻译该书的过程中，曾多次得到中国科学院科海培训中心主任董洪皋同志、华北电力学院研究生部教务处副处长孟昭章同志，为水利电力部通信局自动化处田晓平同志以及冶金部勘察研究所赵贤等同志的关心和支持。借本书问世之际，对以上全体同志对本书出版所做的贡献表示真挚的感谢。

由于译者水平有限，书中难免存有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

（注：鉴于原文的第七部分内容尚在进一步探讨之中，加之时间过于仓促，故未被选译，特此注明，请读者见谅。）

译者

1986.5.

序 言

本书论述计算机及其终端设备所构成的网络，这一技术和其他许多先进技术的总体代表了二十世纪后期工业社会的特征。这种计算机网络在我们的日常生活中所发挥的作用正在日益增强。目前，其作用还不十分显著，只是充当银行、零售信用柜、飞机票预售处的隐藏的工具等等。但是，不久它们就会进入我们的办公室和家庭，直接成为我们工作、娱乐和日常生活的组成部分。那时，它们的作用就更加显著了。

对计算机网络如何工作所进行的研究是两门似乎没有什么共同之处的学科，即通讯理论和计算机科学的综合性研究工作。希望在这个领域内进行研究的现代通讯科学家意识到，自己正处在一个崭新的领域内。他们如果只是考虑信号传输、调制、抗扰度、误差界以及简单通信线路的其他观念，已经是远远不够了。现在，他们正在研究把简单线路互联起来的复杂拓扑结构。更为重要的是，解决信号从一点到达另一点的问题仅仅是通讯方法的开始。通讯信息必须符合正确的格式，以合理地选择路线，还必须在无拥挤的情况下得到传输，并能在网络中正确的位置上收到。通讯科学家突然发现，他们对于下面一些项目也负有研究责任，例如代码和格式的转换、寻址、流控制以及提出其他新的、大胆的类型观念。

至于计算机科学家，发现他们的学科也已发生了变化。属于由终端和计算机组成的网络的那一部分计算机的比例在不断地增加。而对典型的单个计算机来说，其执行负荷、占有率和系统管理问题中涉及网络组成的部分也在增多。

本书的宗旨是为计算机网络——这一综合性的技术领域，提供一本供教学、研究和开发用的全面的教科书和参考书，在有限的篇幅内，力图达到内容广泛，并具有指导意义。

计算机网络技术目前的发展状况可以从三个主要方面去调查：大学建立的研究性网络（一般是在政府的资助下运行的），计算机制造厂提供的私营网络，公用载波线路提供的公用网络服务。本书选用了以上三个方面的专门知识。这些团体之间的协作使得在网络体系与协议的某些具体问题上制定了世界性的高级标准，对这些问题在书中均进行了论述。

这套丛书的编辑曾问我怎样编排这部书，显然，可以有两种论述方式。可以侧重于综述网络结构（体系），也可以具体地论述网络设备及它们提供的功能。采用后一种方法时，可以阐明一个给定的分组交换公用载波网络的功能，或者介绍计算机厂家提供的一些软件，这种方式直接对该产品或其服务的用户有帮助。但如果采用第一种方法，即研究最基本和一般使用水平的网络结构概念，显然会产生更有普及意义、可供长期使用的一部书，本书采用的就是这种方法。

这套书包括若干篇十分适合的论文，它们涉及到这个领域的各个方面，甚至触及到

所有的领域，即来自大学、计算机厂家或公用载波线路的特有观点。可是，写出内容真正全面的论文似乎不是任何一个作者的能力所能达到的（无论如何，一个人是做不到的）。显然就需要将专家们的征文编印成一本书。与此同时，IEEE急于出一本有关此专题的期刊专辑，于是就把编书和出期刊专辑融合在一起了。现在，你读到的这本书实际上是第二版。第一版是“计算机网络体系和协议”专辑，刊登在1980年4月号的“IEEE通信汇刊”上。本书包括那些论文的修订版，编为七个部分，每一部分都有独立的导言。

本书的编排依据“分层”观察的观点，这是目前在深入研究网络功能时一直采用的观点。第一部分将引进这一观点。按照这个观点，任何网络“结点”或“机器”的结构都可以划分为若干层次，在最低层以下是传统式通信的原始传输设备（例如，导线或卫星链路），而在最高层以上则利用源点和目的地的人或程序。第二部分讨论最低层，即物理层，利用这个层次建立结点间的传输连接。第三部分介绍链路控制级，该控制级的作用是使数据报文或“分组”能从某一结点无差错地顺序传递到其相邻的一个结点。在第四部分，我们将会了解到，分组怎样形成它们从源结点到目的结点的通路。如果途中遇有中间结点，或者有很多用户同时使用网络资源，则过程可能十分复杂。到第五部分，两个终端用户恰好分别设在源结点和目的结点上，于是，报文通路就成为结点序列，由于我们正在讨论的是这个序列形成通路所利用的高级功能，所以链路不再是可以看到的了。

即使是对层次内部，也不能停止对计算机网络结构的完整而及时的论述。目前在其他方面最为关注的问题至少有两个在本书中得到了证实和讨论。只是在最近几年中，由于网络数量的急剧增多，终端用户对互联灵活性的期望更为迫切，所以，将单独运行的网络连接起来的步骤的困难性已变得极为重要。这个问题属于第六部分的内容。

最后，是第七部分，在我们目前能以正规方法预先查明网络能够工作的条件下，用一系列的报告详述计算机网络的功能。

我希望能找到最优秀的人编写有关各个专题的章节，但这样势必会严重地影响他们每个人极为繁忙的工作计划。十分欣慰的是，以上请求得到了热烈的响应。对于审稿者，尤其是协助编排IEEE专辑的三位：Alex A. McKenzie, Carl Sunshine 和 Stuart Wecker，必须表达我的感激之情。Sunshine博士的贡献尤其突出，因为他负责第七部分所有章节的评论和编辑过程。

Paul E. Green, Jr.
纽约, Mt. Kisco

目 录

序言

第一部分 引论

第1章 计算机网络结构.....	(2)
第1节 引言.....	(2)
第2节 一种用于讨论网络的功能框架：在端点用户之间的全访问通路.....	(8)
第3节 商用网络提供的访问通路.....	(10)
第4节 通过载波提供网络访问通路.....	(15)
第5节 网络体系结构和协议.....	(16)
第6节 结束语.....	(22)

本章参考文献

第2章 标准分层模型.....	(24)
第1节 引言.....	(24)
第2节 分层的一般原理.....	(25)
第3节 标识符.....	(28)
第4节 连接操作.....	(30)
第5节 管理方面.....	(33)
第6节 OSI体系结构的七个层次.....	(34)
第7节 OSI协议的发展.....	(38)
第8节 结论.....	(39)

本章参考文献

第二部分 物理层

第3章 物理接口和协议.....	(42)
第1节 引言.....	(42)
第2节 物理层特性.....	(44)
第3节 物理级举例.....	(49)
第4节 未来.....	(60)

本章参考文献

第三部分 链路控制层

第4章 面向字符的链路控制.....	(67)
第1节 引言.....	(67)
第2节 协议展望.....	(68)
第3节 协议特性.....	(70)
第4节 协议操作.....	(75)
第5节 实现补偿.....	(82)
第6节 限制.....	(82)

本章参考文献

第5章 面向比特的数据链路控制.....	(84)
第1节 引言.....	(84)
第2节 结构、方式与站的类型.....	(86)
第3节 面向比特规程的组成.....	(88)
第4节 典型操作的实例.....	(94)
第5节 有关的标准化活动.....	(101)
第6节 展望.....	(103)
第7节 结论.....	(104)
本章参考文献	

第6章 多路访问链路控制.....	(105)
第1节 引言.....	(105)
第2节 固定分配技术.....	(108)
第3节 随机访问技术.....	(109)
第4节 集中控制的需求分配.....	(118)
第5节 采用分布控制的需求分配.....	(125)
第6节 自适应策略与混合模式.....	(131)
第7节 结论.....	(135)
本章参考文献	

第四部分 网络层

第7章 线路交换网络层.....	(143)
第1节 引言.....	(143)
第2节 基本概况.....	(143)
第3节 体系结构.....	(144)
第4节 CCITT X.21 建议.....	(144)
第5节 今后的发展.....	(155)
本章参考文献	

第8章 分组交换网络层.....	(157)
第1节 引言及概述.....	(157)
第2节 X.25端-端虚拟电路服务特性.....	(160)
第3节 X.25分组交换网络同等协议特性.....	(165)
第4节 用户自选业务.....	(173)
第5节 结论.....	(174)
本章参考文献	

第9章 短报文分组交换网络层.....	(177)
第1节 引言.....	(177)
第2节 快速选择业务.....	(177)
第3节 数据报服务.....	(179)
第4节 快速选择/数据报的可配合性.....	(182)
第5节 结论.....	(182)
本章参考文献	

第10章 DNA-数字网络体系结构.....	(184)
------------------------	-------

第1节	引言	(184)
第2节	设计目的	(184)
第3节	设计原则	(185)
第4节	逻辑链路通信	(185)
第5节	结点寻址和拓扑结构特点	(187)
第6节	结构	(189)
第7节	DNA体系中的数据流	(190)
第8节	数据链路层和DDCMP	(195)
第9节	传送层和路径选择算法	(201)
第10节	网络服务和会话控制层	(205)
第11节	高级层	(211)
第12节	业务举例	(211)
第13节	用户应用实例	(216)
第14节	短评	(218)
本章参考文献		
第11章	通路控制—系统网络体系的网络层	(219)
第1节	引言	(219)
第2节	SNA结构	(219)
第3节	网络环境	(220)
第4节	通路控制功能	(222)
第5节	传输组	(226)
第6节	服务类别	(229)
第7节	虚拟路径	(230)
第8节	显式路径	(231)
第9节	路径选择	(232)
第10节	显路径的激活	(233)
第11节	会话通路的激活	(234)
第12节	流控制	(236)
第13节	总结	(238)
本章参考文献		
第12章	路径选择协议	(241)
第1节	引言	(241)
第2节	分组交换网络路径选择规程结构	(244)
第3节	路径选择过程的应用举例	(250)
第4节	结论	(263)
本章参考文献		
第13章	流控制协议	(265)
第1节	引言	(265)
第2节	流控制、功能以及性能指标	(268)
第3节	反射级流控制	(276)
第4节	入口—出口流控制	(286)

第5节 网络存取流控制.....	(292)
第6节 会话级流控制.....	(297)
第7节 结论和进一步的研究方向.....	(299)
本章参考文献	

第五部分 高层协议

第14章 DCNA高层协议.....	(307)
第1节 引言.....	(307)
第2节 DCNA的模型.....	(307)
第3节 基本模型.....	(308)
第4节 逻辑网络及其协议.....	(313)
第5节 虚拟网络及其协议.....	(315)
第6节 报文传送协议.....	(318)
第7节 虚拟终端协议.....	(318)
第8节 虚拟文件系统协议.....	(320)
第9节 结论.....	(321)
本章参考文献	
第15章 终端管理协议.....	(324)
第1节 引言.....	(324)
第2节 终端对网络的存取.....	(324)
第3节 终端协议的要求.....	(325)
第4节 参数终端协议.....	(326)
第5节 虚拟终端协议(VTP).....	(328)
第6节 小结.....	(336)
第7节 结论.....	(337)
本章参考文献	
第16章 SNA高层协议.....	(340)
第1节 引言.....	(340)
第2节 一般目的的功能与协议.....	(341)
第3节 LU的型式.....	(346)
第4节 功能管理(FM)数据.....	(348)
第5节 电子技术进步所带来的影响.....	(356)
本章参考文献	
第17章 视频电报终端协议.....	(357)
第1节 引言.....	(357)
第2节 视频电报的各种选择间的更换.....	(360)
第3节 可动态再定义的字符组.....	(366)
第4节 字母数字与字母镶嵌的颜色以及其它属性的确定.....	(368)
第5节 Telidon和PLP的属性规范.....	(369)
第6节 字母几何图形选择.....	(371)
第7节 PLP的其它特点.....	(377)
第8节 结论.....	(377)

本章参考文献

第六部分 网络的互联

第18章 互联网络协议的方法.....	(380)
第1节 引言.....	(380)
第2节 进程间通信.....	(380)
第3节 数据报与虚拟电路.....	(381)
第4节 网间连接器.....	(381)
第5节 与开放式系统互联的关系.....	(382)
第6节 X.25网络的相互连接.....	(383)
第7节 ARPA研究网络的相互连接.....	(386)
第8节 结论.....	(399)
本章参考文献	
第19章 一个特殊的互联网络结构 (Pup)	(393)
第1节 引言.....	(393)
第2节 设计原则与问题.....	(393)
第3节 实施.....	(400)
第4节 进展、实际经验与性能.....	(408)
第5节 回顾与评论、可能的改进以及今后的研究.....	(409)
本章参考文献	

第一部分 引 论

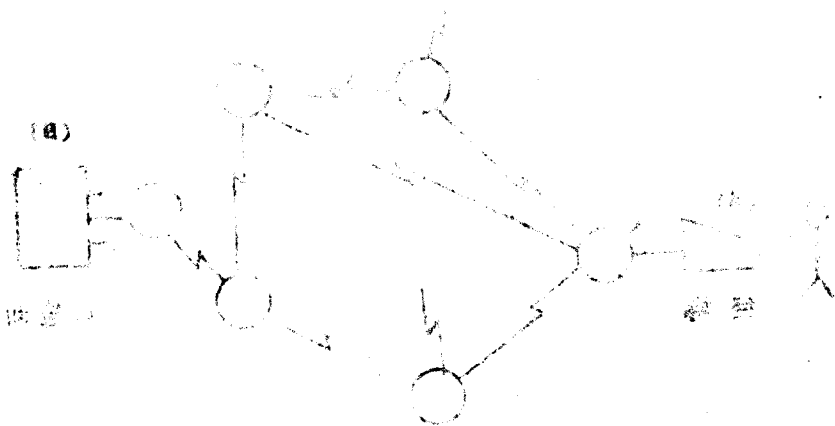
本书的引论部分由两章组成。在第一章中明确地介绍了计算机网络体系结构分层的概念，并以讨论的方式进行了解释。在以后的第Ⅱ到Ⅴ部分中，分别对各个不同的层做了必要的论述。

网络体系结构 (Network Architecture) 是组建网络所需要的全部层次的完整定义。而该定义自身又是由同一层次内或不同层次之间的协议 (protocols) 集来表示的。协议是通过两个或更多个用户之间相互协商后设置的，它由三个组成部分表示：语法（例如报头的设置，命令/响应的设置）、语义（产生的活动和反应，包括报文的交换），和定时，即协议的排序和并行性问题。

本书试图描述出一般网络体系的梗概，这对我们在第1章中讨论的那些工具 (Implementation) 的历史却是重要的，因为早期的网络设计缺乏成体系的分层手段。对工具的讨论也涉及到某些软件和硬件产品，它们可把纸面上设计的体系结构变为可操作的现实。

在第2章，对本书采用的新建议（即关于分层网络体系结构的国际参考模型）进行了完整的介绍，由于该模型的名称为开放系统互连OSI (Open System Interconnection)，是由国际标准化组织 (ISO) 颁布的，所以常把它简称为“ISO/OSI”。这个模型广泛地适用于为分层的网络体系结构定义框架 (Framework)。

OSI被正式批准的文件以摘要的形式表示在第2章中，关于第三级协议层的详细语法、语义和定时问题（粗略地说，它相当于X.25的分组级标准）还没有最后审定。然而，本书采用OSI做为教学模式，是因为我们期望ISO的这一模型最终能转变成为在感性定义上完全成熟的体系结构。



第1章 计算机网络结构 (Structure)

Paul E. Green, Jr.

第1节 引言

对数据处理用户来说, 计算机网络是一种通用的结构, 它可将一个地方上的数据处理功能或服务在另一个地方上完成。这种计算机网络的形式被例举在图1—1中。在此种场合下, 用户的一端是一台人工操作的终端 (Terminal), 另一端是正在计算机上运行的某个特定的应用程序。网络是由若干个框 (boxes) 或结点 (nodes) 组成的, 在终端 (A) 和计算机 (B) 中, 也包括介入连接那些结点的传输线。

早在25年以前, 计算机用户就开始利用远程终端使用中央处理机资源, 目前这种计算机网络已变得更加通用, 更加强大, 因此也必然更加复杂。今天的计算机网络(1)~(6)的规模从单台小处理机支持的一个或两个终端, 到复杂互连的上百个各种不同的处理单元及其连接的成千上万个终端, 而且, 在它们中间还常常带有各种形式的专用多路转换器和控制器。

由于已取得了这种进展, 因此有必要用成体系的方法来代替那种特定的网络设计方法, 以便更好地理解 and 讲授计算机网络的细节。目前, 用分层体系结构的术语来看待网络, 是一种条理清晰的方法, 这就使得网络中的许多联锁功能的分割, 以及在分割后分别解释它们成为可能。本书就是按照上述的方法进行组编的, 在不同的章节中分别论述了不同的层次。正如我们将要看到的那样, 在分层体系结构中的每一层都是一个称为同等协议 (peer protocols) 的已定义的相互作用集, 而把各层之间的边界定义为另一个相互作用集, 称为接口协议 (Interface Protocols)。

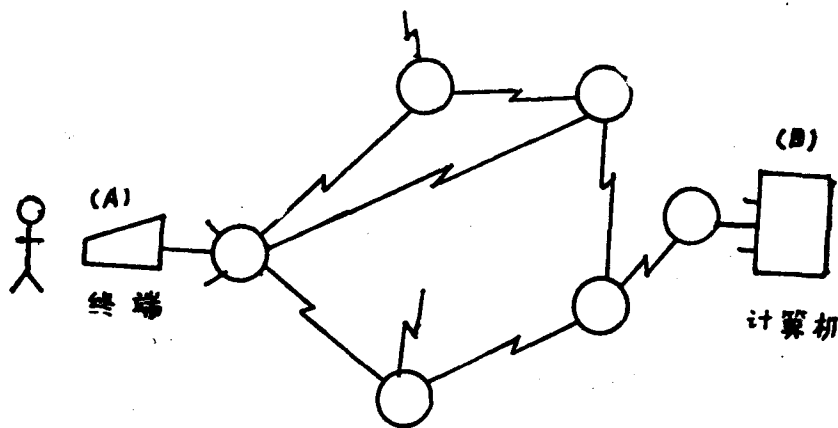


图1—1 一种计算机网络

在一种协议、一种体系结构和一种工具之间在此说明其不同是恰如其分的。协议是在两个或多个假定的相互作用的用户之间完成过程建立的规则的集合。例如，相互发送报文。网络体系结构是对网络及其各组成部分应该执行的全部功能的精确定义。体系结构由若干个独立的协议组成。工具是运行着的体系结构计划的译本。这种体系结构存在于纸面上，而工具则运行在实际的硬件或软件之中。在本书中，重点将放在体系结构及其组成的协议上，而不是工具。

在本章的开头就明确了我们的目标，即先用一种简单可行的方法来介绍分层的概念，然后再引入到中间级的细节，对所设的各层均依次分别在不同的章节中做进一步的深入讨论。首先，我们简短地追溯一个网络工具的发展历史，然后概要地介绍一些今天的分层体系结构。

在第2节里，我们分析一张网络提供给用户进行彼此通信的一些基本功能表，这会使我们进一步了解各层，并说明怎样完成每层规定的功能。然后我们再回顾一下网络工具的发展史，为将这些结构抽象到实际生活中做准备。这就需要做两件事：即在第3节讨论中提供的商品化网络（研究网络对它们的影响）和在第4节论述的公共载体以及有关强度问题的标准。最后，我们在第5节中考察三种不同的工具组是如何被贯穿到第2节中谈及的某些层次之中的，以及在第3节和第4节中谈到的那些用特殊方法提供的服务是如何被掩饰的。

第2节 一种用于讨论网络的功能框架：

在端点用户之间的全访问通路

一、网络特性

任一计算机网络所执行的基本功能是提供访问（或存取）通路（Access Paths），以便在一个地理位置上的端点用户（End Users）能够访问另一个地理位置上的端点用户。根据不同的环境，端点用户对可以是一个终端用户和一个由人调用的远程应用程序（如图1—1）；也可以是两个远地相互作用的应用程序；或者是由一个应用程序询问修改一个远程文件等。了解访问通路是很重要的，这有利于掌握功能实现的顺序，因为对一个端点用户来说，不仅仅只是与另一端的物理连接，还需要考虑与另一端的实际通信，在它们之间不但可能会出现各种类型的错误，而且在选择速度、格式、间歇模型等方面也会存有较大的差别。这些当然是端点用户各自的个性。了解这些差别是很重要的。因为这是传统的通信（传输和错误控制）与计算机通信之间存在的区别之一。

有许多表示网络特性的方法，例如：1）根据特殊的应用环境（银行系统、分时系统等），2）根据地理分布情况（近距离、远距离），3）根据所有权（公用的、私人的）等等。表示不同网络类型特性的另一个方法，是观察通过传输线路将各结点连接在一起的网状的拓扑特性，这些被设置在不同地点上的端点用户执行某些连接和报文转贮功能。（结点是一个物理框，例如一台计算机，控制器，多路转换器，或终端；端结

点指的是端点用户,)用拓扑学的方法,我们在图1—2中给出了可供辨别各种不同的网络类型。

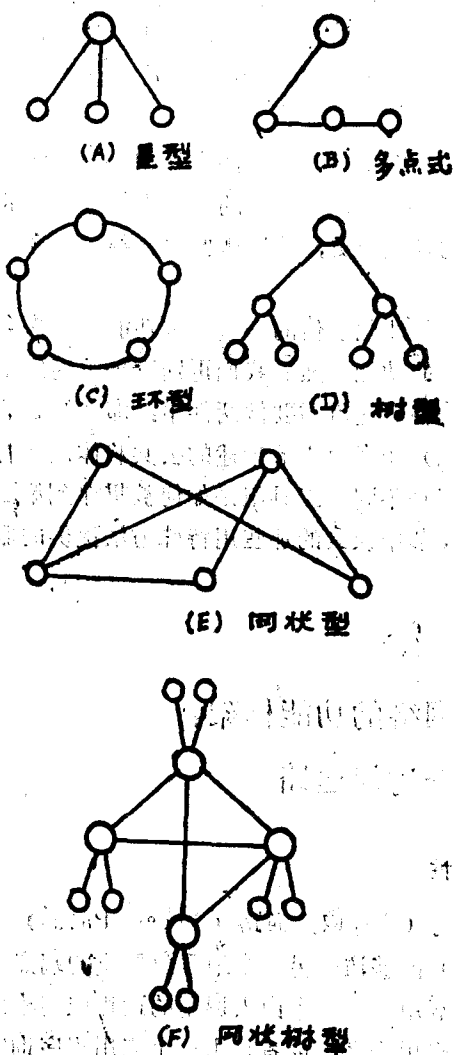


图1—2 六种网络拓扑图

(A)星型, (B)多点式, (C)环型, (D)树型, (E)网状型, (F)网状树型

实际上,上述的这四种结构类型,并没有真正地应用到实际的网络中,一个更好的方法是检查网络应该提供的全部功能,以便在两个端点用户之间保持有效的访问通路(见表1—1)。由于采用了这种合适的方法,所以既可反映出公共载波网络(有关租用、拨号、快速电路交换和分组交换等类型,我们将在本章的后面给出其定义),又可以反映出计算机网络产品设计的重要特性。

二、访问通路请求

首先,大家应该清楚,从源结点(origin node)到目的结点(destination node)之间物理传输资源(线路)常常是通过若干个中间结点(Intermediate nodes)设置的。在远距离状态下(指远于近距离的用户),这就要靠公共载波提供的链路(Links)来进行,或者在陆地上或者是通过卫星。

目前的大多数公共载波线路仍然是早期运用音频波形设计的模拟线路,然而,下一步我们看到的将是在每一条线路上,通讯的两端将由可靠的位(Bits)波形代替之,其能量的大小取决于线路提供的频率范围。调制解调器(Modems)可提供这种功能或一些其它功能。发送端的一个调制解调器将线路中的位信息转换为模拟波形,而接收端的另一个调制解调器再将模拟波形反变换成位信息。关于调制解调器在这本书中将不做讨论,感兴趣的读者可阅读参考文献〔7〕。无论何时,调制解调器的状态都应受附加的多余结点的控制。应该提供执行这种功能的电气的或物理的接口。本书的第二部分将论述这种接口。

接下来面对的问题,是如何利用大多数端点用户工作的间歇(“突发”)性来节省线路的损耗。如果每一个发送端用户总是以不变的速率产生位流信息的话,则网络完全可以设计成简单的点一点租用线路形式,其负载量也得到适当地解决。但是,实际上这种

表1-1

访问通路请求*

要想使一个端点用户访问另一个端点用户，必须做到：

确有传输通路存在	利用	提供的公共载波线路
通信用位信息表示	利用	若干调制—解调器
提供电气连接和调制—解调器控制	利用	物理接口（二）
在间歇使用期间提供节省措施	利用	物理拨号；用多点通讯或其它的多路访问方案（三）
移动单独的报文无错误	利用	数据链路控制，错误检测和重传（三）
发送报文到校正结点，并在该结点内校正辅助地址，旁路故障或拥挤线路或结点。	利用	寻址，路由选择（三，四）
提供缓冲区尺寸，避免重发长报文。	利用	分组定长/非分组定长（四）
按照用户的要求，调整报文流穿过网络的可行速度。	利用	缓冲，流控制（四）
为端点用户对提供特有的请求—响应模型	利用	建立、去掉，和管理数据报，事务处理，或会议对话（五）
为了使对一个端点用户解释并使用代码、格式、命令标志等成为可能，应用其它的结点。	利用	协议标志（五）

* 表中括号内的数字，是指在本书的相应部分将详细描述的功能。

情况几乎是不存在的，它们或者是属于间歇通用拨号的点—点线路，或者是沿用一条线路安装一定数量的端结点，并采用多点通信或使用各种已被发明的用来处理交叉突发通

信量的多路访问技术。尤其引起关注的是新型的分组交换 (Packet-Switching) 或快速电路交换 (Fast Circuit-Switching, 非常快的拨号系统) 服务, 为此, 我们将回过头来介绍它们。(多点通讯, 多路访问, 分组交换和快速电路交换均属于时分多路复用的内容。) 在任何一个功能内, 都有一个在引进连接端上的主呼 (Calling) 功能, 而在另一端上则有被呼功能。建立和撤消拨号物理级的主呼和被呼功能, 在本书中的第二部分中没有介绍, 而是推延到第四部分, 因为在那里可以将其与另一些功能做近似的比较。

为了确定接收端的位流信息, 必须提供一种对传输的位流信息准确拷贝的性能。为了差错检测的目的, 常常在被传输的位流中附加一些冗余位。如果依靠冗余位来检错, 则冗余位一定要先于数据位 (“帧”) 到达目的地, 若接收端检测出错误, 需通知发送端重送此帧。

在大多数计算机网络中, 多点通讯功能(如果使用的话)和错误检测/重传功能都是由数据链路控制 (DLC) 元件来管理的, 它存在于线路上的每一个连接结点之中。在同一条租用线路上多个结点的多路通讯需要加入到DLC元件之间互换, 为了避免冲突, 它们均有确定的链路地址和控制字段或字符, 并具有一个校正结点负责同化 (absorb) 报文。

在第三部分的第3章中将讨论标准的数据链路控制, 例如BISYNC和HDLC, 并介绍最新的多路访问协议, 介绍如何实现分享线路和结点—结点的无差错报文转送功能。

有关对寻址信息的响应和路由选择操作的内容将在第12章中详述。我们遇到的只是在一个单独的链路上连接着几个站的简单的寻址/路由选择请求。当端点用户结点是分散配置时, 则它们之间的连接不只是仅靠一条线路而是靠一个或多个中间结点及多条线路, 报文必须从一个结点到另一个结点地逐一转贮, 寻址和路由选择也将变得相当复杂, 尤其是如果在两个端点结点之间的路由存有多重性时更为突出。在这样的复杂的拓扑网络中, 为了对结点或链路的故障进行恢复, 为交叉通路的路由选择提供了一种强有力的工具。

在讨论寻址和路由选择这个问题之前, 应该提起注意的是, 连接于结点的线路载体上的通信量往往要比分配给该结点上的通信量大得多。为了使问题更加明确, 在此种情况下, 就需要结点内 (intranode) 的寻址和路由选择功能。

另一个必须提供的功能是从线路上调节缓冲进来的报文, 直到满足服务为止, 并缓冲出去的报文, 直到由传输线路把它们载走为止。限制可用的缓冲区长度和请求快速的响应时间, 还需做如前叙述的, 对逐帧进行错误检查 (一会儿将看到, 那种不可避免的重传并不会发生太久), 根据需要将外送的位流信息片段 (分组) 进一步组成适当长度的帧 (Frame), 并类似地重新装配 (非分组) 进来的位流信息。

其次, 外发分组的流速度必须是具有规则的, 以便既不使接收站的缓冲区溢出, 又不使接收端用户为更多的通信量而等待。这可由反馈部分或由全部的访问通道从接收结点到传输结点的定步 (Pacing) 或流控制 (Flow Control) 信号来完成。在此方面可以有許多选择, 这将在第13章中讨论。我们可以控制单独的内部结点链路上的流速率, 以便保护缓冲区奉献给该链路, 同时对完全不同的机构的流速率采用端—端流控技术,