

北京科海培训中心

计算机网络 原理与网络技术

鲁士文 编著

机械工业出版社

北京科海培训中心

计算机网络原理与网络技术

鲁士文 编著

机械工业出版社

本书以 ISO 七层协议为线索,结合流行的实用网络结构,从低层到高层全面地论述了计算机网络理论、标准和关键技术。本书共有 11 章,包括 ISO 参考模型、物理层技术和典型标准、数据链路控制、局域网和介质访问协议、网络层构造和 X.25 公用交换网络、快速分组交换技术(包括帧中继和 ATM)、互连网和 IP 协议、端到端的传输、会话控制和 NETBIOS、表示层协议和 ASN.1 以及应用层协议和实用程序诸多内容。每一章都插有许多图表和示例,以供读者加深理解、深入研究之用。

本书可作为计算机科学系、电子工程系以及有关专业的研究生和大学高年级的教学参考书,也可供从事计算机网络研究和开发的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理与网络技术/鲁士文编著. - 北京:机械工业出版社, 1996.12
ISBN 7-111-05424-5

I . 计… II . 鲁… III . 计算机网络 - 技术 IV . TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 17792 号

出版人:马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)

责任编辑:科培 责任校对:成昊

门头沟胶印厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996 年 9 月第 1 版·1996 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·28.625 印张·696 千字

0 001-5 000 册

定价:38.00 元

前 言

随着计算机科学与通信技术的日益结合,计算机网络在现代信息社会中扮演着越来越重要的角色。计算机网络技术的出现和发展,适应了计算机应用的要求,并把计算机应用的水平提到了更高、更新的层次。

自 1993 年美国提出“信息高速公路”计划以来,一个世界性的建设“信息高速公路”的热潮已在全球兴起,这一以“信息高速公路”热为龙头的全球信息化浪潮被普遍认为是意义深远的又一次信息技术革命。信息高速公路的本质是大大地提高计算机连网的速率,大大地扩展计算机连网的范围。

我国也充分认识到信息技术对 21 世纪社会发展的重要性的和对 21 世纪政治、军事、经济、科技、教育等各方面产生的巨大影响。政府在总结过去信息基础设施和信息系统建设的基础上,积极规划国家高速信息网;从 1993 年开始,相继提出了“金桥”、“金关”、“金卡”等一系列信息网络工程。现在,越来越多的企事业单位都已经建立或正在建立自己的局域网,并且通过电话网、X.25 网或 DDN 连接广域网,特别是在 Internet 上进行信息查询、学术交流或从事商务活动已经成了许多人极为关注的一个热门话题。

在这种形势下,计算机网络技术的重要性是不言而喻的,它已经是计算机专业学生以及从事计算机研究和应用人员必须掌握的重要知识。计算机网络涉及的技术内容较为广泛,为了便于读者学习和使用,本书以国际标准化组织提出的开放系统互连七层参考模型为线索编写,阐述计算机网络的工作原理、体系结构、协议标准以及具体实现方法中具有实用价值的算法和技术。由于网络技术本身发展迅速而日新月异,本书也力图在讲清基本概念和原理的同时,尽可能反映较新的进展。

本书的内容共分 11 章。第 1 章从总体上描述计算机网络,特别是 ISO 开放系统互连的七层协议模型。第 2 章至第 8 章介绍从物理层开始一直到传输层的内容。其中第 2 章讨论物理介质、模拟与数字传输、数字信号技术以及典型标准 RS-232-C、X.21 数字接口等。第 3 章考察数据链路层及其协议,包括差错检测与校正、同步与异步概念、流控制,并特别地介绍了面向字符的同步协议 BSC 和面向位的协议 HDLC。第 4 章的内容涉及介质访问控制(MAC)子层、局域网以及 IEEE 802 标准,较为详细地描述了逻辑链路控制协议以及以太网、令牌总线网、令牌环网和 FDDI(光纤分布式数据接口)。第 5、6、7 章属于网络层的范畴,分别考察了网络层功能结构和 X.25 公用交换网、快速分组交换技术帧中继和异步传输方式(ATM),以及 Internet 的网络层协议 IP。第 8 章研究传输层,较为深入地讨论了 OSI 传输协议和 Internet 传输协议,并对 TP4 和 TCP 进行比较。

此后的三章阐述上三层。第 9 章会话层关系到会话控制和同步,介绍了 OSI 会话协议、远端过程调用和 Netbios。第 10 章涉及 OSI 的抽象语法表示(ASN.1)、数据压缩以及加密等方面内容。第 11 章讨论应用层的一些问题,包括文件传输、电子邮件、虚拟终端、远程作业输入和目录服务等,并特别地列出了在 Internet 的应用层上开发出来的一些流行的实用程序。最后,在附录中以时间顺序给出了本书所参考的国内外书籍和文献的目录。

此书是本人在中科院研究生院讲授“计算机网络”讲稿的基础上编写的,并且在取材过程中尽量避免冗长、抽象的数学推导,采用实际意义的例子说明原理、标准和关键技术。因此,本书可作为计算机科学系、电子工程系以及有关专业的研究生和大学高年级学生的教学参考书。对网络有兴趣的计算机专业研究人员和工程技术人员也可以使用本书,即使是非网络专业的程序员和技术维护人员对书中的许多内容也能基本理解。

在本书的出版过程中,计算所魏军同志对全部书稿进行了仔细的检查和校对,科海培训中心的编辑对本书的初稿提出的建设性意见和提供的热情帮助,作者在此一并表示衷心的感谢。

作者于中科院计算所

1996年6月

目 录

第 1 章 ISO 参考模型	(1)
1.1 导言	(1)
1.2 ISO 开放系统互连模型	(2)
1.3 协议层	(6)
1.4 服务定义	(7)
1.4.1 名字	(7)
1.4.2 地址	(8)
1.4.3 服务原语	(9)
1.4.4 服务参数和层交互作用	(10)
1.4.5 原语的顺序	(11)
1.5 协议描述	(13)
1.5.1 PDU 定义	(13)
1.5.2 协议操作	(15)
1.5.3 协议描述方法	(17)
第 2 章 物理层技术和典型标准	(19)
2.1 数据通信的理论基础	(19)
2.1.1 傅里叶分析	(19)
2.1.2 有限带宽信号	(20)
2.1.3 信道的最大数据传输率	(22)
2.2 传输介质	(23)
2.2.1 双绞线	(23)
2.2.2 基带同轴电缆	(24)
2.2.3 光导纤维	(25)
2.3 模拟传输和调制解调器	(28)
2.3.1 电话线路	(28)
2.3.2 调制解调器	(30)
2.4 RS-232-C 标准	(30)
2.4.1 接口的机械特征	(32)
2.4.2 电气信号特征	(32)
2.4.3 电路功能特征	(33)
2.4.4 常用配置	(36)
2.4.5 RS-232-C 电气接口特征	(39)
2.4.6 null modem	(39)
2.5 常用数字信号技术	(40)
2.6 数字传输和脉码调制	(41)

2.7	X.21 数字接口和 X.21bis	(42)
第 3 章	数据链路控制	(46)
3.1	为网络层提供服务	(46)
3.2	差错检测与校正	(48)
3.2.1	纠错码	(48)
3.2.2	检错码	(51)
3.3	异步传输和异步通信中的流控制	(53)
3.3.1	异步传输和同步传输	(53)
3.3.2	异步传输流控制	(54)
3.4	面向字符的同步协议 BSC	(55)
3.4.1	帧格式	(56)
3.4.2	错误检测和恢复	(57)
3.4.3	透明和同步	(58)
3.5	面向位的协议 HDLC	(60)
3.5.1	透明性	(60)
3.5.2	窗口机制	(61)
3.5.3	站、命令和响应	(63)
3.5.4	操作方式	(66)
3.5.5	帧拒绝	(67)
3.5.6	其他无编号帧	(68)
3.5.7	过程类别	(68)
3.5.8	信息传送和错误恢复	(69)
3.5.9	双向数据流动	(73)
第 4 章	局域网和介质访问协议	(76)
4.1	局域网的体系结构	(76)
4.2	逻辑链路控制(LLC)	(77)
4.2.1	LLC 服务	(77)
4.2.2	流量控制和差错控制	(84)
4.2.3	LLC 协议	(87)
4.3	以太网	(93)
4.3.1	IEEE 802.3 介质访问控制方法	(94)
4.3.2	IEEE 802.3 介质访问控制的帧结构	(95)
4.3.3	以太网设计中的实际考虑	(97)
4.3.4	基带和宽带 LAN	(100)
4.4	令牌总线局域网	(102)
4.4.1	令牌总线 MAC 子层协议	(103)
4.4.2	逻辑环的维护	(105)
4.4.3	模拟编码符号成帧法和 802.4 的物理特征	(107)
4.5	令牌环局域网和 FDDI	(108)
4.5.1	IEEE 802.5 令牌环的描述	(109)

4.5.2	802.5 介质访问控制协议及其帧结构	(110)
4.5.3	IEEE 802.5 的优先级机制和环维护	(113)
4.5.4	令牌环的物理特征	(113)
4.5.5	光纤分布式数据接口(FDDI)概貌	(114)
4.5.6	FDDI 介质访问控制的帧格式和基本协议操作	(117)
4.5.7	FDDI 的传输量分配	(121)
4.5.8	FDDI 环的维护	(123)
4.5.9	FDDI 的物理层协议 PHY	(124)
4.5.10	FDDI 的物理层介质相关标准 PMD	(126)
第 5 章	网络层构造和 X.25 公用交换网络	(128)
5.1	通信子网	(128)
5.2	数据传输中的交换技术	(130)
5.2.1	电路交换	(130)
5.2.2	报文交换	(130)
5.2.3	分组交换	(131)
5.3	网络层向传输层提供的服务	(136)
5.4	OSI 网络层服务原语	(138)
5.5	路由算法	(142)
5.5.1	Dijkstra 最短通路搜索算法	(143)
5.5.2	向量距离路由选择	(145)
5.5.3	链路状态路由选择	(147)
5.6	X.25 网络协议	(148)
5.6.1	分组方式操作服务	(149)
5.6.2	X.25 协议结构	(149)
5.6.3	分组级协议	(151)
5.6.4	呼叫建立和清除	(155)
5.6.5	数据传输和流控制	(159)
5.6.6	重置和重新启动过程	(161)
5.6.7	可选的用户设施	(162)
5.6.8	链路级协议	(163)
5.6.9	物理级接口	(165)
5.7	网络互连	(167)
5.7.1	网络互连技术概要	(168)
5.7.2	桥接器	(169)
5.7.3	网关	(174)
5.7.4	协议转换器	(178)
第 6 章	快速分组交换技术	(179)
6.1	ISDN	(179)
6.2	帧中继	(181)
6.2.1	作为一种 ISDN 承载业务的帧中继	(181)

6.2.2	帧中继数据传输服务	(186)
6.3	异步传输方式	(192)
6.3.1	ATM 基本原理	(192)
6.3.2	ATM 具体结构	(202)
6.3.3	在 ATM 上面的帧中继	(213)
6.3.4	在局域网络中的 ATM	(214)
第 7 章	互连网和 IP 协议	(217)
7.1	互连网体系结构	(217)
7.2	IP 地址	(219)
7.2.1	IP 地址的类别划分	(219)
7.2.2	多投点地址	(221)
7.2.3	子网的划分	(223)
7.3	地址分辨协议和反向 ARP	(225)
7.4	互连网的路由选择	(228)
7.4.1	IP 路由选择规则	(229)
7.4.2	代理 ARP	(231)
7.4.3	在一个网络上的多重虚拟子网	(232)
7.4.4	路由选择协议	(233)
7.5	IP 分组格式	(235)
7.5.1	IP 分组头	(236)
7.5.2	IP 分组头中的任选项	(240)
7.6	主机名和网络名	(244)
7.7	在以太网上的 IP	(245)
7.8	互连网控制报文协议	(247)
7.8.1	发送 ICMP 信息的 IP 分组头	(248)
7.8.2	ICMP 报文结构	(248)
7.9	串行线路接口协议 SLIP 和点到点的协议 PPP	(254)
7.10	IP 服务接口	(255)
第 8 章	端到端的传输	(257)
8.1	OSI 传输协议	(257)
8.1.1	面向连接的传输协议类别	(261)
8.1.2	寻址	(262)
8.1.3	传输层服务质量选择	(264)
8.1.4	传输层 PDU 的结构和功能	(266)
8.2	Internet 传输协议	(278)
8.2.1	TCP 的基本概念	(279)
8.2.2	TCP 报文段的格式	(282)
8.2.3	TCP 连接的建立、拆除和重置	(285)
8.2.4	TCP 的用户接口	(287)
8.2.5	用户数据报协议 UDP	(290)

8.2.6	关于端口号的约定	(292)
8.3	TP4 和 TCP 的比较	(293)
第 9 章	会话控制和 NETBIOS	(296)
9.1	向表示层提供服务	(296)
9.2	数据交换	(296)
9.3	数据令牌	(297)
9.4	同步	(298)
9.5	活动管理	(300)
9.6	异常报告	(302)
9.7	OSI 会话服务原语	(302)
9.8	OSI 会话协议	(306)
9.8.1	协议机构	(307)
9.8.2	会话协议数据单元格式	(313)
9.8.3	传输连接	(314)
9.9	远端过程调用	(314)
9.9.1	客户—服务器方式	(315)
9.9.2	远端过程调用的实现	(316)
9.9.3	远端过程调用的语义	(319)
9.9.4	孤儿进程	(320)
9.10	NETBIOS	(321)
9.10.1	NETBIOS 的功能和调用	(322)
9.10.2	NETBIOS 的技术概念	(324)
9.10.3	NETBIOS 操作规范	(327)
9.10.4	服务器信息块协议	(334)
第 10 章	表示层协议和 ASN.1	(340)
10.1	表示层概念	(340)
10.1.1	类型和值	(340)
10.1.2	抽象语法	(341)
10.1.3	传送语法	(342)
10.1.4	表示上下文	(342)
10.2	表示层服务	(343)
10.2.1	连接建立功能	(344)
10.2.2	上下文管理功能	(345)
10.2.3	数据传送功能	(345)
10.2.4	对话控制功能和连接释放功能	(346)
10.2.5	表示功能单元和无连接表示服务	(346)
10.3	表示层协议	(347)
10.4	1 号抽象语法标记 (ASN.1)	(350)
10.4.1	数据结构	(350)
10.4.2	抽象语法	(353)

10.4.3	传送语法	(357)
10.5	数据压缩技术	(359)
10.5.1	等价相似符号有限集合的编码	(360)
10.5.2	依赖于频度的编码	(360)
10.5.3	依赖于上下文的编码	(363)
10.6	数据加密技术	(364)
10.6.1	传统加密技术	(365)
10.6.2	数据加密标准	(369)
10.6.3	密钥分发问题	(382)
10.6.4	公开密钥加密法	(384)
10.6.5	鉴别和数字签名	(386)
第 11 章	应用层协议和实用程序	(390)
11.1	应用层概念	(390)
11.2	公共应用服务元素	(395)
11.2.1	联系控制服务元素(ACSE)	(396)
11.2.2	可靠传送服务元素(RTSE)	(399)
11.2.3	远程操作服务元素(ROSE)	(402)
11.2.4	委托、并发和恢复(CCR)	(406)
11.3	特定应用服务元素	(412)
11.3.1	文件传送、访问和管理(FTAM)	(413)
11.3.2	作业传送和操作(JTM)	(419)
11.3.3	虚拟终端(VT)	(422)
11.3.4	报文处理系统(MHS)	(429)
11.3.5	目录服务(DS)	(434)
11.4	Internet 中的应用层	(437)
11.4.1	传统的 TCP/IP 服务和客户/服务器模式应用	(438)
11.4.2	Internet 的信息服 务	(442)
参考文献		(447)

第1章 ISO 参考模型

1.1 导言

利用计算机进行通信促进了现代社会的发展。在国家范围内,分布在不同地区的计算机使用公共通信服务交换电子信息(邮件)。在一个单位里,基于工作站的分布式计算机使用本地通信网络访问昂贵的共享资源,如打印机、扫描仪、磁盘和磁带等。随着基于计算机的产品范围和相关的公共及本地通信网络的不断扩展,计算机到计算机的通信将迅速发展,并将最终主宰分布式系统领域。

虽然物理位置分隔的通信计算机从一种形式的应用到另一种形式的应用可能差别很大,但一般说来,计算机通信网络都可以用图 1-1 所示的结构表示。

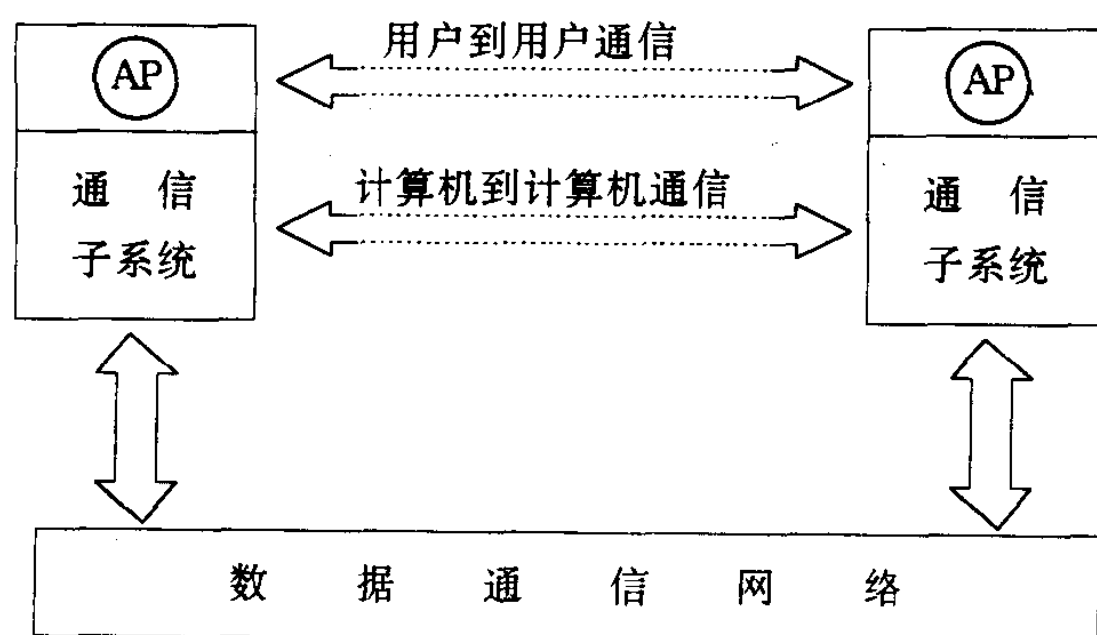


图 1-1 计算机通信结构图

计算机通信网络的核心是数据通信设施,这个设施可以是 PSDN (Public Service Data Networks), 专用 LAN (Local Area Networks), 或若干个互连在一起的 LANs。不管数据通信设施的类型如何,在每个连接的计算机内部都需要有一定数量的硬件和软件来处理依赖于网络的协议,这些协议负责在网络上建立通信通道和控制通过通道的信息流。在许多应用中,通信计算机可能是不同类型的,也就是说,它们可能使用不同的程序设计语言,甚至使用不同的数据表示形式。计算机还可能使用不同的操作系统,因而应用进程(APs)和下面的通信服务之间的接口可能是不同的。例如,某计算机可能是单用户的,而另一计算机可能是一个大的多用户系统。

由于上述原因,在早期的计算机通信中,只有封闭的计算机团体,即只有同一制造商生产的系列计算机才能以有意义的方式互相通信。IBM 的 Systems Network Architecture (SNA)和 DEC 的 Digital Network Architecture (DNA)就是两个典型例子。这些通信软件包没有解决普遍的互连性(即开放系统互连)问题。

为了促进异种机互连网络的研究和发展,70 年代后期国际标准化组织(ISO)制定了一

个参照模型,为协调标准的研制提供了一个共同基础,允许现存的和正在演变中的标准化活动有一致的框架和前景。其最终目标是,允许任一支持某种可用标准的计算机的应用进程自由地与任何其他支持同一标准的计算机的应用进程进行通信,而不管计算机是由哪个厂商制造的。该模型称为 ISO 开放系统互连参考模型。这个模型不涉及具体计算机通信网络的应用,它所描述的是通信软件的结构,借助这种结构,提供可靠的数据透明通信服务,而与任何具体厂商的设备或规约无关,从而支持广大范围的应用。

1.2 ISO 开放系统互连模型

一个通信子系统是一个复杂的软件。其早期的实现往往基于单个复杂的无结构程序(通常用汇编语言编写),带有许多互相作用的成分,结果产生的通信子系统难于测试,修改起来也很困难。

为了克服这个问题,ISO 为参考模型采用了分层的方法。整个通信子系统划分为若干层,每层执行一种明确定义的功能。从概念上讲,这些层可以被看成执行两类功能:依赖于网络的功能和面向应用的功能。由此产生了 3 种不同的操作环境(见图 1-2)。

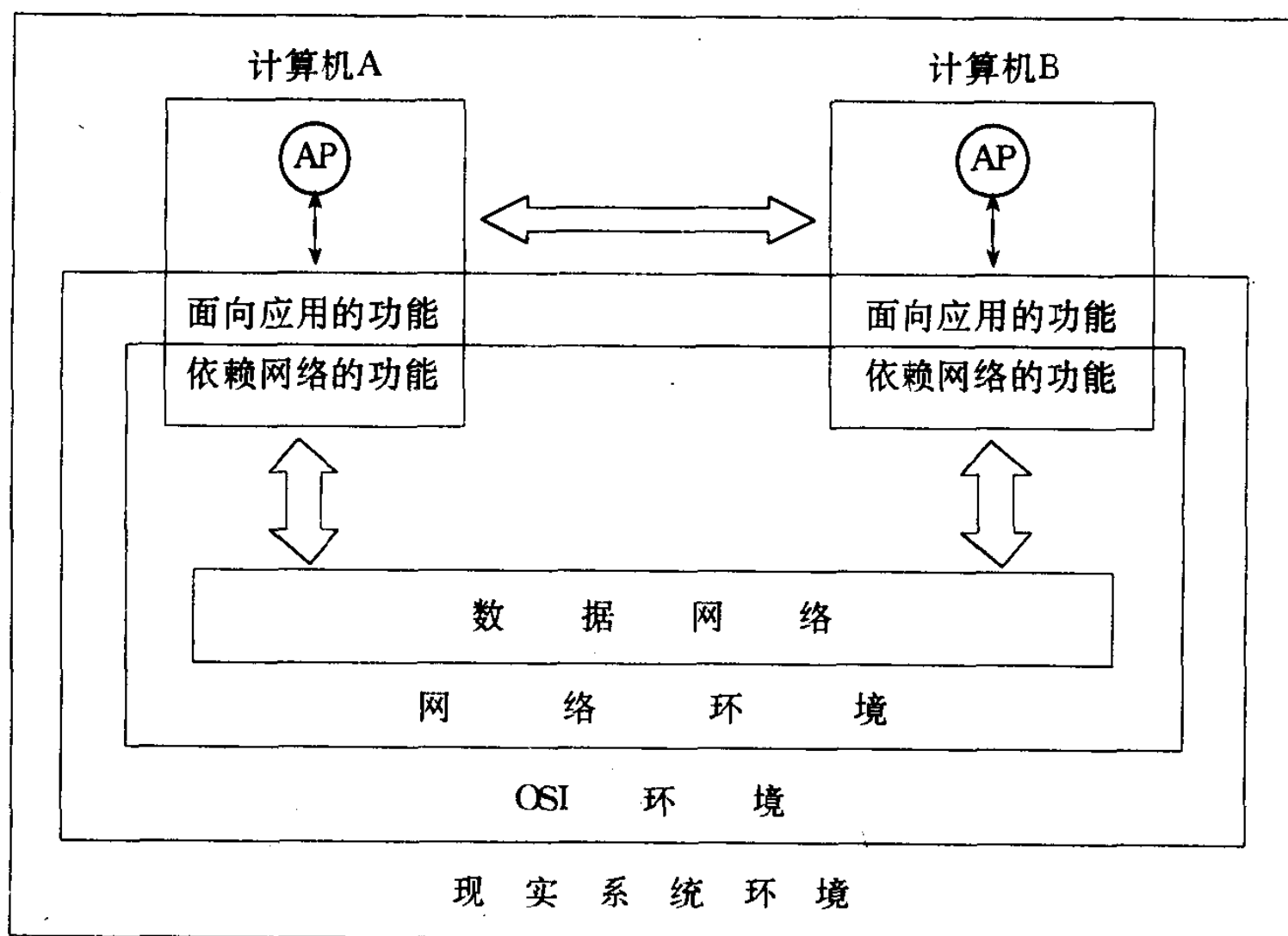


图 1-2 操作环境

(1) 网络环境

参与跟不同类型的下层数据通信网络有关的协议和标准。

(2) OSI(Open Systems Interconnection)环境

包括网络环境和面向应用的协议和标准,允许末端系统(计算机)以开放的方式互相通信。

(3) 现实系统环境

建立在 OSI 环境上,参与一个厂商自己的专有软件和服务,通过这种软件和服务形成特别的分布式信息处理任务。

OSI 模型依赖于网络的和与网络无关的这两个成分都实现为若干协议层的形式,每一协议层之间的边界,以及每一层所执行的功能根据早先标准化活动中所得到的经验产生。

在总体通信策略条件下,每一层执行一种明确定义的功能。它根据一种定义了协议来运行,用户数据和附加的控制信息以报文形式在本地层和远方系统的对应层之间进行交换。每一层在它自己和紧挨着的上层和下层之间都有明确定义的接口,这样就使一个特别协议层的实现独立于所有其他层。

ISO 参考模型的逻辑结构如图 1-3 所示。它由 7 个协议层组成。最低 3 层(1-3)是依赖网络的,牵涉到将两台通信计算机链接在一起所使用的数据通信网的相关协议。高 3 层(5-7)是面向应用的,牵涉到允许两个末端用户应用进程交互作用的协议,通常是由本地操作系统提供的一套服务。中间的传输层为面向应用的上 3 层遮蔽了跟网络有关的下 3 层的详细操作。本质上讲,它建立在由下 3 层提供的服务上,为面向应用的高层提供网络无关的信息交换服务。

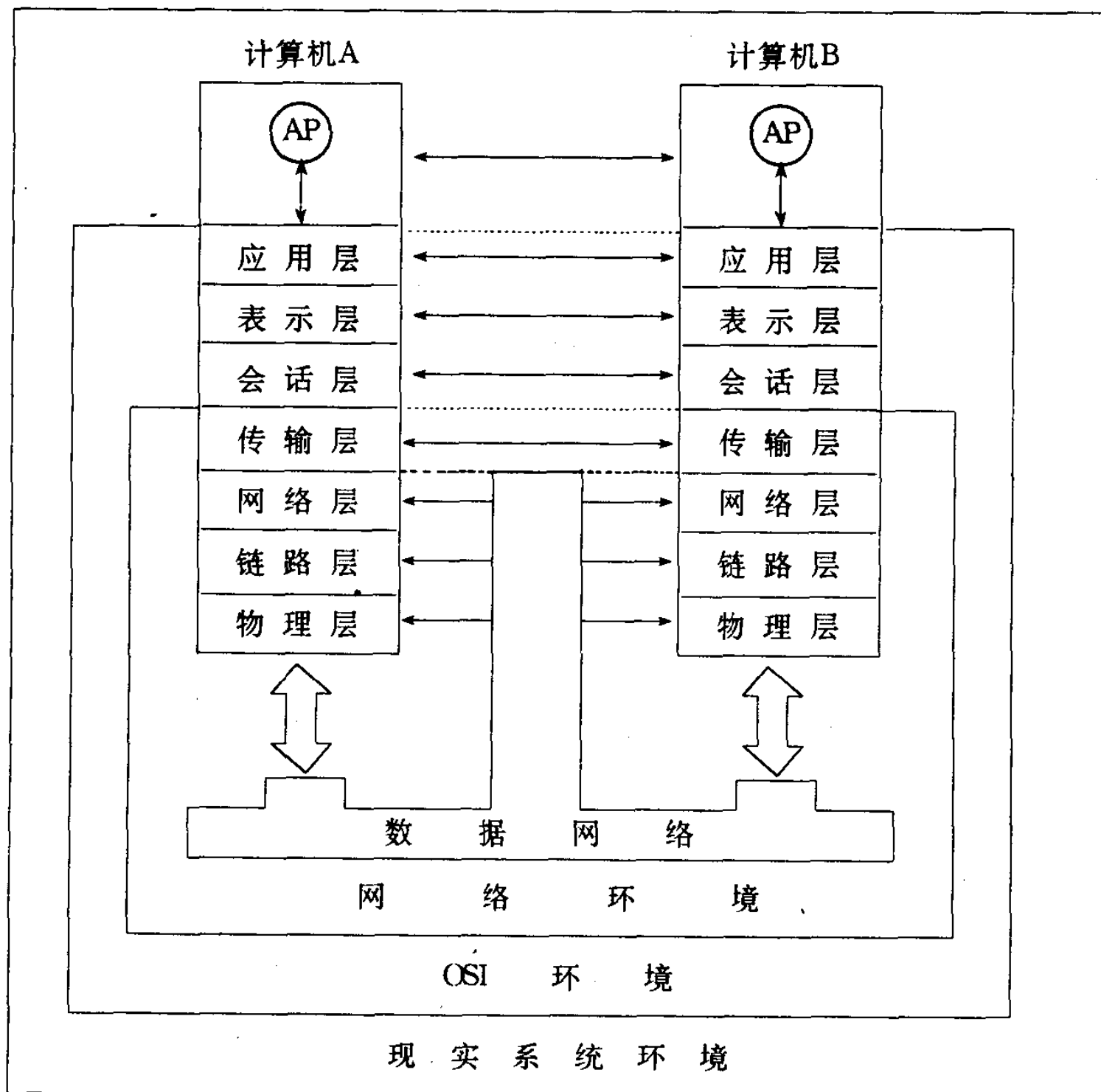


图 1-3 ISO 参考模型总体结构

每一层的功能以协议形式正规描述,协议定义了某层跟另一(远方)系统中的一个类似层(对等层)通信所使用的一套规则和约定。每一层向相邻上层提供一套确定的服务,并且使用由相邻下层提供的服务向远方对等层传输跟该层协议相关的信息单元。例如,传输层为它

上面的会话层提供可靠的网络无关的信息传输服务,并且使用其下面网络层所提供的服务将跟传输层协议有关的一组信息单元传送给另一系统中的一对等传输层。在概念上,每一层都根据一个明确定义的协议跟一个远方系统中的一个类似对等层通信,但在实际上该层所产生的协议信息单元是借助于相邻下层所提供的服务传送的。每一层的基本功能可概括为图 1-4 所示。

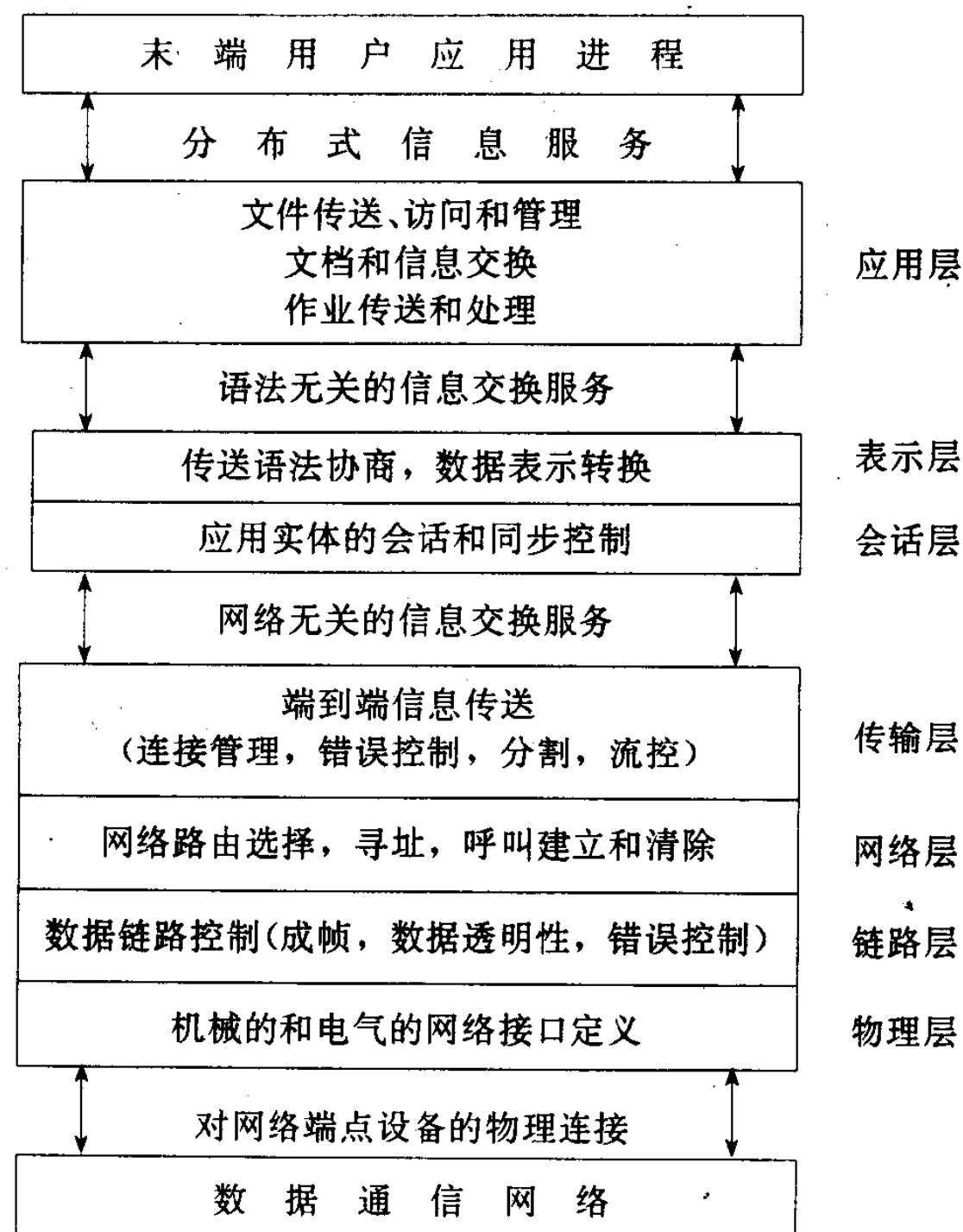


图 1-4 协议层概要

1. 应用层

提供对于一组网络范围的分布信息服务的用户接口,这些服务包括文件传送、访问和管理,以及诸如电子邮件这样的一般文档和信息交换服务。对于这些和其他类型的服务已经有了一些标准协议可供使用,还有一些正在研制和开发。

通常是通过一套明确定义的原语(primitive)访问应用服务,这些原语为本地操作系统所支持,每个原语都有相关的参数。访问原语跟其他操作系统调用(比如访问本地文件系统的调用)相同,并且产生适当的操作系统过程(进程),使之被激活。这些操作系统的过程使用通信子系统(软件和硬件),犹如子系统是一个本地设备,比如类似于一个磁盘控制器。通信子系统的操作和实现细节对(用户)应用进程是透明的。通常,做调用的应用进程被再次调度(运行)时,返回一个或多个状态参数,表示所尝试的网络处理成功或其他状况。

除了信息传送,应用层也提供下列服务:

- 用名字或地址标识通信伙伴

- 确定通信伙伴的当前可提供性(availability)
- 建立通信权限
- 关于保密机制的约定
- 通信伙伴的身份验证
- 会话规约的选择,包括起始和释放过程
- 错误恢复责任的约定
- 对数据语法限制条件的识别,其中数据语法包括字符集、数据结构等。

2. 表示层

在两个通信应用层协议实体之间的传送过程中负责数据的表示语法。为获得真正的开放系统互连,已经定义了许多共通的抽象数据语法(abstract data syntax)形式和相关的传送(或具体的)语法,一起为应用实体所用。表示层协商并选择在交互期间要使用的传送语法,使得在两个应用实体之间交换的信息语法(结构)得以维持。如果这种形式的表示不同于内部抽象形式,表示实体执行必要的转换。

为了说明表示层所提供的服务,考虑在一个讲法语的人和一个人讲西班牙语的人之间进行的电话交谈。假定每个人都用一个翻译,两个翻译都懂的唯一共通语言是英语,因此,每一个翻译必须在英语和他们的本地语言之间进行翻译。这两个通信(交谈)的人可以类比为应用层实体,两个译员代表表示层实体。法语和西班牙语为本地语法,英语为传送或具体语法。然而,在我们的通信子系统中,必须定义一种普遍理解的语言,供通信双方在协商一致的传送语言(语法)时使用,而且译者不必懂得转换的含义(语义)。

表示层的另一功能是参与数据安全性,在某些应用中,由一个应用实体发送的数据先使用一种密钥加密(编码),这种密钥仅为欲往的接收方表示层所知。后者将接收到的数据传给应用实体之前使用对应的密钥解密(解码)。

3. 会话层

为两个应用层实体组织和同步它们的对话及管理它们的数据交换提供必要的手段。在整个的网络事务处理期间,会话层负责建立(和清除)一个在两个通信的应用层协议实体(实际上是表示层协议实体)之间的通信(对话)通道。所提供的若干可选的服务包括:

- 交互管理。跟对话相关的数据交换可以是全双工的,或者是半双工的。如果是半双工,那么会话层提供以同步的方式控制数据交换(对话单元)的手段。
- 同步。对于长时间的网路事务处理,用户通过会话层提供的服务可以选择周期地建立与通信用户的传送相关的同步点。如果在事务处理期间发生故障,对话可以在双方事先约定的同步点重新开始。
- 异常报告。在事务处理期间发生的不可恢复的异常可以由会话层发信号告知应用层。

4. 传输层

形成较高的面向应用的层和下面的网络有关的协议层之间的接口。它为会话层提供跟下面的网络类型无关的可靠信息传送机制。传输层对会话层遮蔽了下层网络的细节操作,只是向会话层提供一套明确的信息传送机制。

为了适应一组不同的网络类型,传输层提供若干级别的服务。可选的服务类别适合不同

的网络类型提供的不同服务质量(QOS)。

有5类服务(从0类到4类),其中:0类仅提供连接建立和数据转移所需的基本功能;4类提供完全的错误控制和流控过程。例如,0类可以用于PSDN(Public Service Data Network),4类可以用于PSTN(Public Switched Telephone Network)。

参考模型的低3层是依赖网络的,它们的详细操作从一种网络类型到另一种网络类型有所变化。

5. 网络层

负责建立和清除两个传输层协议实体之间网络范围的连接。它包括网络路由选择(寻址)以及在某些情况下通过计算机到网络接口的流控这样的设施。

6. 链路层

建立在由特别的网络提供的物理链接之上,为网络层提供可靠的信息传送机制。在有传输错误的情况下,它负责错误检测和信息的重发。链路层提供两种类型的服务。

- (1) 无链接(也称为数据报),将每个信息帧作为自我包含的实体对待,并且用一种方法尽最大努力传送。
- (2) 面向链接的,尽量提供一种无差错的信息传送机制。

7. 物理层

负责用户设备和网络端接设备之间物理的和电气的接口。它为链路层提供在两个通信系统之间发射系列位流的途径。

1.3 协议层

当描述任何协议层的动作时,从一开始就要将该层所提供的服务、该层的内部操作(即协议)和该层所使用的服务互相区别开来。每一层的功能只能在与其他层的关系中进行定义。实现单个协议层的程序设计人员只需要知道该层要向上层提供的服务,该层的内部协议,以及为了将跟该层协议有关的适当的信息项传送给远方系统中的类似层由下层所提供的服务。该层软件实现人员不需要知道其他层更多的东西。

例如,为描述传输层的功能,只需要考虑:

- (1) 传输层要向会话层提供的一套明确的服务,其目的是为了把会话层信息单元传输到远方系统的同等会话层。
- (2) 传输层内部操作(协议),牵涉到诸如建立和管理与远方系统中对等传输层的逻辑连接,以及在所建立的链接上传送的传输层信息单元的错误处理及流控制这样的功能。
- (3) 为了将这些信息单元传送给一个对等传输层由网络层所提供的服务。

在描述每一协议层的功能时,上述三个方面要分别对待。

每个协议层的描述包括两套文档:服务定义文本和协议描述文本。

服务定义文本包含该层向它的相邻上层提供的服务,即用户服务的描述。通常的形式是一组明确的服务原语(service primitives),每个原语都带有一套相关的服务参数。正是通过