

局 部 信 息 — 计 算 网

〔苏〕Э. А. 雅库巴伊基斯 著

肖德宝 译

王行刚 校

科 学 出 版 社

1991

内 容 简 介

本书介绍一种新型计算机网络——局部网。全书共分六章，第一章介绍局部信息-计算网的体系结构；第二章介绍网络的系统和分类；第三章专门论述各种通信子网；第四章介绍国际标准；第五、六章分别介绍信息路径控制式计算机网与信息选择式网。

本书可供电子计算机、工业自动化、办公室自动化专业的师生、科研人员、工程技术人员参考。

Эдуард Александрович Якубайтис

ЛОКАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

Издательство «Зинатис», 1985

局部信息-计算网

[苏] Э.А.雅库巴伊基斯 著

肖德宝 译

王行刚 校

责任编辑 黄岁新

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100707

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年4月第一版 开本：850×1168 1/32

1991年4月第一次印刷 印张：8¹/₄

印数：0 001-2 100 字数：215 000

ISBN 7-03-002072-3/TP·154

定价：8.40元

目 录

序

第一章 局部信息-计算网的体系结构	1
1.1 局部信息-计算网的结构和特点	1
1.2 开放式网络模式	10
1.3 协议的层次	17
1.4 开放系统互连的各个层	19
第二章 局部信息-计算网的系统和分类	32
2.1 系统类型	32
2.2 系统的技术基础	34
2.3 用户系统	38
2.4 相联系统	52
2.5 局部网的分类	56
第三章 通信子网	63
3.1 通信子网的一般特点	63
3.2 单节点通信子网	68
3.3 多节点通信子网	74
3.4 单信道	77
3.5 多信道	84
3.6 闭合环	88
3.7 链路连接、网络连接和网间连接	92
第四章 国际标准	105
4.1 协议分组	105
4.2 应用进程的管理	109
4.3 数据表示形式	112
4.4 会晤互连结构	115
4.5 数据传送	119
4.6 信息路径控制式网络的协议	123

4.7	信息选择式网络的协议·····	130
4.8	标准的实施·····	155
第五章	路径控制式信息-计算网·····	158
5.1	单节点信息-计算网·····	158
5.2	多节点信息-计算网·····	162
5.3	信息-计算网的联结·····	176
第六章	信息选择式信息-计算网·····	181
6.1	网络的特性·····	181
6.2	固定访问式单信道网·····	193
6.3	随机访问式单信道网·····	200
6.4	综合访问式单信道网·····	215
6.5	多信道网络·····	220
6.6	环网·····	227
结束语	·····	238
参考文献	·····	240
专用术语	·····	246
符号说明	·····	249
内容索引	·····	250

第一章 局部信息-计算网的体系结构

我们在研究任何一种复杂对象之前，首先需要确定在我们面前所提出的任务和找出该对象应具有的主要特性和参数。为此，在信息-计算网中使用一共同模式，由它来确定整个网络及其所包括的基本部件的特性和功能。上述模式的描述就叫做**信息-计算网体系结构**。

1.1 局部信息-计算网的结构和特点

引入定义 所谓**用户**是指产生信息或者需要信息的实体。它们可以是：

- 电子计算机及其主要部件；
- 工作存贮器和外部存贮器；
- 终端（显示器、绘图仪、打印机等）；
- 电传打字机；
- 复制和传真机；
- 电视摄像机和监视装置；
- 电话机和录音电话机；
- 工作站、自动机床和机械装置；
- 试验仪器与设备、收音机、电视机、录音机等。

每个用户都带有一个**站**，它是能完成与信息传送有关的辅助功能的装置(图1.1)。用户和站的总和称为**用户系统**。

为了保证诸用户互连，必须有物理媒质。物理媒质是利用空间(以太)或材料(铜、光纤)组成的，它们的性能可以保证传送所需信息的信号传播。物理媒质还应包括与上述空间或材料直接相连的数据通信设备。在物理媒质基础上可建立起一个**通信子网**，

9110120

· 1 ·

用来完成各用户系统之间的信息传送。用户系统和通信子网相连就成为信息-计算网(图1.1)。

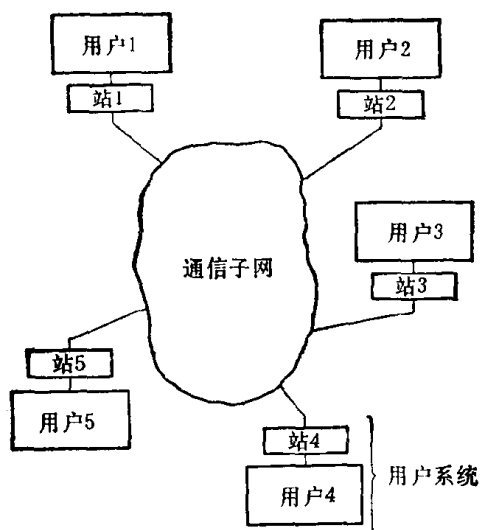


图 1.1 信息-计算网

信息-计算网的资源可以被企业、事业单位的工作人员使用，这些工作人员以后就称为**使用者**，他们可以直接(在终端旁边)提出必要的问题，获取所需要的信息。

根据规模，信息-计算网可以分为三大类(图1.2)。

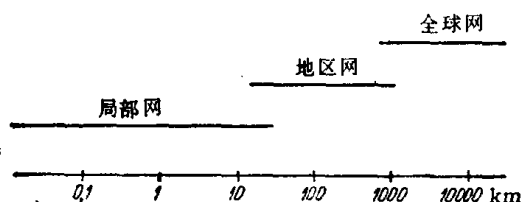


图 1.2 信息-计算网按其通信距离分类

如果信息-计算网各用户相互之间的距离不远，该网就称为**局部网**。局部网通常是在一个或几个相邻楼房范围之内。但是，

由无线电控制的局部网的距离的数量级可为米级，而工业团体网的范围的直径可达10—15公里。

地区网是将分布在较大距离的诸用户连接起来的一种信息-计算网。它可以包含一个城市、一个地区、一个省，甚至一个不大国家之中的不同用户。

第三类信息-计算网是**全球网**，它可以将位于不同国家或不同大陆的用户连接起来。最常见的是建立在卫星基础上的全球网。其优点在于卫星能“看见”广阔的空间。如果卫星上面装有接收发送装置，那么许多用户就可以通过一条或一组无线电电路进行连接。

全球网、地区网和局部网的结合就能够建立多层次网络，为大信息量的处理提供强有力的、经济合算的、适合的信息处理手段(图1.3)。局部网是这个多层次网络的基础部分。

人们周围的大多数过程都具有连续性特点，由此导致旨在保证这些模拟信息的接收、传送、发送的各种各样的装置、部件和网络的产生。电话、无线电、电视就属于这种情况。与此同时，相应建起各种模拟通信网，如电话网、无线电网和电视网。

电子机器的出现，伴随着生疏的信息数字化表示方法及其处理方式。开始，人们用穿孔卡片和穿孔纸带来表示二进制代码。但是，数

字表示法的迅速发展，各种必需的技术设备的创造以及计算技术的渗透，这一切可在人类活动的所有领域内解决这样一

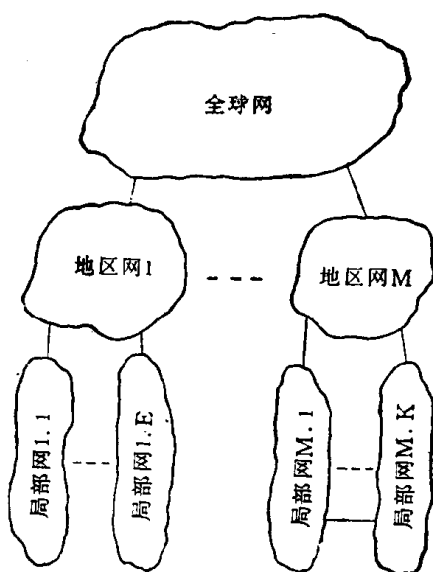


图 1.3 信息-计算网的层次

个问题，即建立便于人们应用的电子机器接收和发送的信息表示形式。

数字方法不同于模拟方法，它可以利用逻辑代数、自动机理论和集合论，可以保证数据处理的特别高的可靠性和精确性。但是，信息的模拟表示方法已在人们的许多活动范围内被采用着。这个矛盾可以用所谓模/数和数/模转换器来解决，它能使信息处理、传送、存储以数字形式进行，而在需要时，它的表示形式可以是模拟形式。

由于电子机器和信息转换方法的顺利发展，重新探讨以前传统的信息处理结构已被提到日程上来。解决上述问题的途径是建立新的多功能信息-计算网，用以利用电子机器、数字电话、无线电、电视等。

声音直接进行模/数转换，其信息流速度大约为64K比特/秒¹⁾。但是，目前已研制出了可提供压缩**可闻信息**——人的听觉器官可以接收的信息——的各种方法。当然，这种方法会损失部分声音色调，剩下的仅为声音的基本部分。为了克服上述缺点，就相应建立起人的听觉器官的声学模型。利用这个模型，可以在讲话开始就确定具体讲话人的模型参数并将它传到接收方。从而可以确保相当真实的原话再现。

可闻信息的新形式有重要意义。比较广泛使用的形式叫做**声音报**，即人的话音是经过编码后以位串形式传送的。声音报允许信息在任意低速度工作下的信道上传送。

可闻信息的模/数转换和数/模转换可通过两种方式实现。第一种方法是电话机保持原样，在数字电话交换机中装上信息转换器。第二种方法是在电话机中装上转换器或直接装在电话机的听筒上。例如，贝尔公司研制的转换器就装在听筒中的密封容器里^[32]。在这个密封容器里还装有声音信息滤波器和放大器。

接着电话后面要介绍的是无线电，它是第二种可闻信息传送

1) 在此和以后确定信息传送速度时，它的单位用缩写，1K = 1024，1M = 1024 × 1024。

形式。它的特性基本上与电话相同。无线电与电话的差异在于信息传送信道的类型不同。无线电数字化可采用与电话相似的方法来实现。

数字化过程也占领了录音机领域。在数字技术基础上还生产了既适用于计算技术领域，又适用现代生活技术领域的通用装置和记录盘片。

普通唱机向数字化唱机过渡可以较好地改善音质。在许多情况下，采用激光射线从数字唱片中读出信息。数字形式的信息又在再生过程中转换为模拟信息。为此，现已研制了能完成数/模转换的专用集成电路。

在电视数字化方面存在更复杂的问题，与这些问题有关的首先是人的视觉器官所能接收的可视信息的传送是以很高速度进行的。例如，在标准电视图象直接转换时，数据流的速度高达150 M比特/秒。但是，依靠压缩所得到的信息，已经可以使数据流下降到每秒钟几十兆比特了。

第二个问题是每帧图象所包含的信息量很大。在一个普通电视中传送速度为每秒25帧。所以，为了存贮信息需要很大的存贮设备。

第三个问题很可能是最严重的：世界上目前上亿的居民都拥有模拟电视机，它不能用来接收数字信息。因而需要较长时间才能实现电视向数字化的转换。

各种形式的模拟信息向数字化过渡，为与人类生活和工作密切相关的所有信息的综合化奠定了重要基础。从而有可能建立包括一切国民经济所需要的各类信息在内的信息-计算网络（图1.4）。

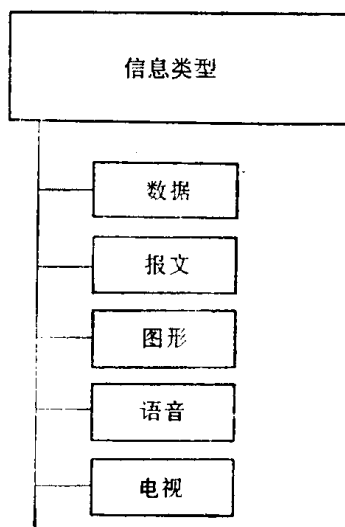


图 1.4 现代信息-计算网络
传送和处理的信息类型

与此同时，信息-计算网络理论的发展及其所需设备的生产，促使了通用局部网的建立，它能保证各种信息的输入、存贮、传送、处理和输出。这种网络能够：

- 降低信息工具的价格；
- 扩大服务范围，提供电子邮件、电视会议、缓发声音报（话音通知）等；
- 显著缩减职工人数；
- 提高信息存贮和处理的可靠性；
- 统一规划所使用的设备；
- 保证在许多工作地点有可能直接收到同类用户站的各种不同的信息。

此外，现代局部网可保证很高的可存取性，具有伸缩自如的外形、操作简便和易于扩充的功能。

作为现代化信息加工工业低层环节的局部网的通用性能，可用图1.5所示的图直观地表示出来^[43]。从所援引的图中可看出，

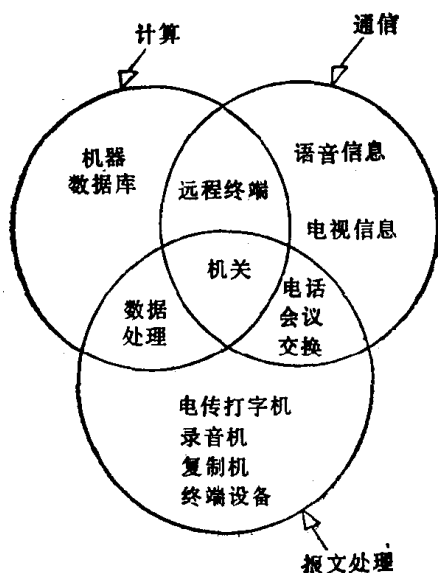


图 1.5 通信、计算和文本处理的综合

用于机关单位的局部网需要完成与计算工作、通信联系及文本处理等有关的三组任务。

很难列出局部信息-计算网所能解决的全部任务。其中主要任务是：

- 共同使用计算机资源来进行计算；
- 建立大型数据库和信息查询系统；
- 借助电子邮件进行信息传送（或暂存）；
- 收集、调整和存贮有关企业或事业单位的信息；
- 信件、报告、情报的准备和编辑；
- 无需将文件打印在纸上就能实现文件的交换；
- 开发票、会计管理和库房清点；
- 完成科研、设计和工艺工作；
- 图纸、线路图、插图的准备和传送；
- 对各种工作台、机器、自动机床的控制。

与遥控系统不同，在信息-计算网中使用了大量的电子计算机。因此，新的信息任务得以在网中广泛完成。其中首先是下面一些任务。

资源分布 一组互有联系的应用进程（程序）可能处于几个计算机中并在无用户干预下彼此互连。还有，这些进程在执行过程中所需用的一切数据都是从网络中的任何计算机中相应数据库中获取的。上述操作同样无需用户干预。

电子邮件 它用来在用户之间传送各种消息，包括文本、图纸、线路图、图表、插图、表格和声音报。这些消息可以迅速传送给某地址用户或者在规定的时间内传送。如果某地没有此地址，而该消息又必须在尽可能短的时间送到，那么可以经过所指定的时间间隔后再重新传送。此外，信息可以存放在一个或几个“邮箱”中，并根据用户的申请发送给用户（即留局候领）。

电子邮件中被传送的信息单位是**文件**。在这里任何信息均被解释为文件，只要它具有电子邮件所需要的结构：地址规则和最大长度。文件可以是文本、图象、图表和声音报。

文件的传送可以通过发送者将信息发送到接收者来实现。对任何内容文件的限制取决于邮件及其所用外部设备的特性。这些限制首先是：篇幅大小、所用符号及其形式。

根据文件种类可以将电子邮件分为四类：文本、基本图形、几何图形和多色调图象。其中第一类电子邮件又称作**智能用户电报**，它用来传送只包含文本的文件。其余三类电子邮件都是与图的传送有关的**图文传视**（或称交互式可视数据）。在最简单的情况下，图只包含图象的基本元素，这种元素的每个点只有两种颜色：白色或黑色。在第二种情况下，出现的是真正的几何图形：平面图、线路图。第三种情况是多色调图象，允许传送插图、照片和实物图象。

电子邮件完成相当多的功能，其中主要包括下面内容：

- 文件的入网和出网；
- 文件传送到邮箱；
- 传送中的差错检测与校正；
- 传送时优先级的利用；
- 传送关于文件送达的确认信息；
- 文件按某些地址或所有地址发送；
- 提供地址清单；
- 改变邮箱的地址。

电子邮件可以在一天到晚中的指定时间内工作。

网络会议 它可以用来讨论任何行政、科学和生产问题。在这里所有用户，即会议参加者都位于自己工作地点的终端旁，它们之中任何一个会议参加者发送的信息都会在其余会议参加者终端屏幕上显示出来。文本、平面图、曲线图、插图也可以与会议参加者的口头说明一起传送。在会议进行过程中用户可以进行一些简单的计算并从各种数据库中获取各种资料。所有发言和图文资料都被记录下来并送到其中一个数据库中。

信息-计算网中的信息传送可以按三种寻址方式进行（表

1.1) . **单址** 型对指定信件的传送是必要的。指示、通知的分送要采用**群址**。而**全址**经常用于传送：

- 定律、状态、方法；
- 说明企业或事业单位的措施和命令；
- 与网络职能有关的管理信息；
- 有关网络用户清单的变化及新的资源信息；
- 现有外部设备及其分布的清单；
- 每天的时间安排表等。

表 1.1 局部网中的地址类型

地 址 类 型	信 息 发 送 给 谁
单 址	一个确定的用户
群 址	分送一组用户（根据任何必要标志）
全 址	局部网中的全部用户

信息-计算网可用许多参数来描述（表1.2）。表内前三个参数（价格、可靠性、可维修性）是基本的；跟着的两个参数（保护、损失）决定与信息有关的安全保障问题；最后三个参数（连通性、可访问性、可换性）描述与应用进程交互作用的服务。

表 1.2 描述信息-计算网的参数

参 数	参 数 特 性
价 格	建网的硬件、软件及开发应用总费用
可 靠 性	差错检测与校正，故障率的最小化
可维修性	故障的记录、定位与排除
保 护	清除非法争用资源的方法
损 失	保证信息块到达的手段
连 通 性	信息块大小、系统间的最大距离、传送速度
可访问性	对资源的存取控制、多路复用、多信道
转 换	使各种不同速度的用户共同工作

1.2 开放式网络模式

1947年在联合国支持下，建立了专门的国际组织来制定各方面的标准^[152]，包括电工和电子方面的标准。这个组织称为**国际标准化组织 (ISO)**，1977年，该组织开始了制定计算机网络标准的工作。为此，成立了97技术委员会来制定计算机及信息处理方面的标准。

为了保证网络研制有协调的共同基础，ISO公布了定义开放系统互连参考模式的7498标准^[88]。该参考模式的意义深远，它允许网络随着理论及新技术的发展而发展。另外，它还保证现存实际标准能向新的标准逐渐过渡。为了讨论这一模式，先让我们熟悉它采用的基本概念。

系统是这一模式的基本概念，它指能实现数据处理的独立整体。系统是由一个或多个计算机及相应的软件、外部设备、信息传送设备和操作人员组成。如果系统能满足上述模式的要求，那么就称它是**开放式的**。

应用进程是系统用来保证信息处理的最重要组成部分。应用进程在系统中的作用是完成终端操作台旁的操作人员的一个或一组程序。开放系统互连参考模式的应用进程中的基本部分就不阐述了。这里只分析应用进程与保证网络中完成应用进程互连功能程序复合体相关的部分。

物理连接是信息-计算网的核心，各系统正是通过它实现互连的（图1.6）。为建立这个核心，使用了物理媒质、各种装置及编程工具，

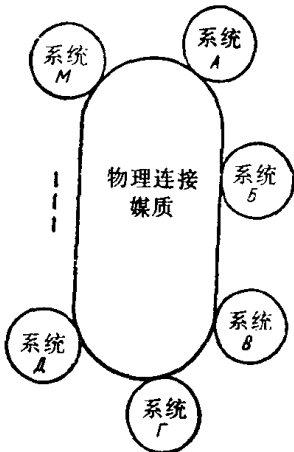


图 1.6 信息-计算网模式的一般结构

以保证必要的信息传送方式。开放系统互连参考模式的物理连接的结构及特点就不叙述了。它们仅给出了一定的要求，模式的任务是清晰地描述**开放系统互连部分**的特性，它处在信息-计算网中应用进程基部和物理连接之间（图1.7）。这个部分已由国际标准化组织的7498标准给出了明确的定义。

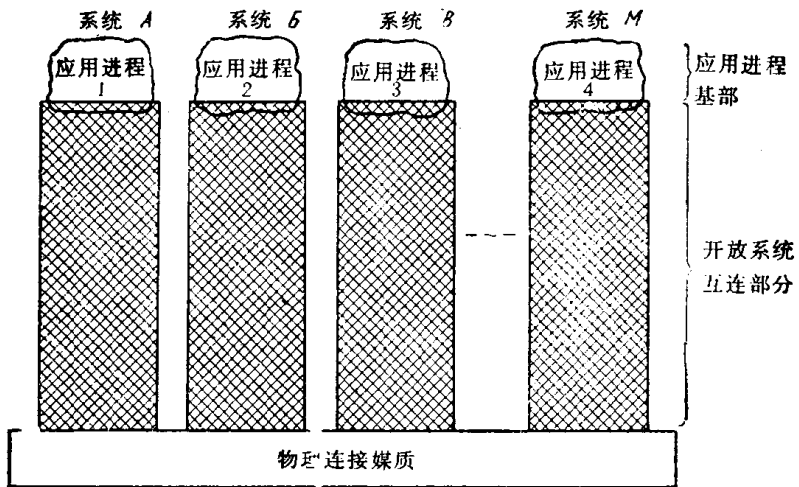


图 1.7 开放系统互连部分

在信息-计算网中，由于系统完成的互连功能的复杂性，需要将它们再细分成组，并称之为**子系统**（图1.8）。子系统在系统中的分布，从逻辑意义上讲，是从与物理连接媒质直接连起来开始，一个接一个顺序编号而成。在开放系统互连参考模式中，采用在每个系统中包括七个子系统的结构（图1.8）。

引入子系统这个概念就可以定义信息-计算网的一个重要特性——**层**。网络中所有系统有着同一等级编号的子系统就形成了层。网络分层应遵循的原则是：

1. 所建的层数不宜太多，否则使整个模式难于描述；
2. 层数也应有足够的数量，使每层所完成的功能只是描述一个清晰的、明确的任务；

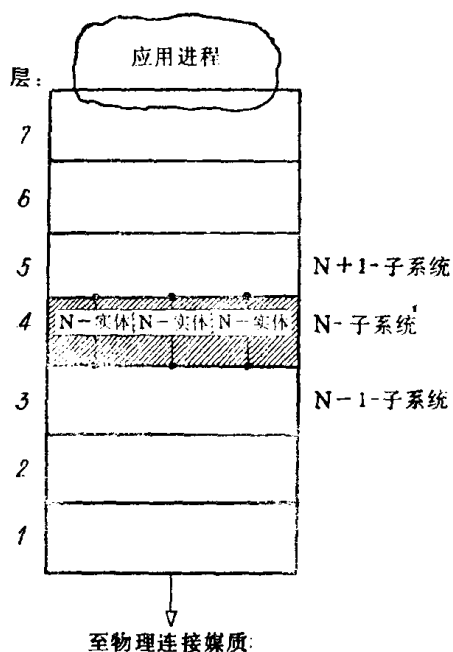


图 1.8 子系统的层次

3. 层间分界 应使彼此之间的接口描述尽量简单，并且相邻层联系最少；

4. 这些层应该这样描述，即其中某一层的改动不致引起其它层功能的变动。

开放系统互连参考模式所定义层的名称，如图 1.9 所示。属于某一层的参数和特征就有相应的名称。例如，位于传送层中的子系统就叫做传送子系统。

如图 1.7 所指出的，开放系统互连部分的所有七层都分布在应用进程基部和物理连接媒质之间。

七层中最重要的是直接与应用进程基部相连的应用层。其余各层都是为应用层服务的。

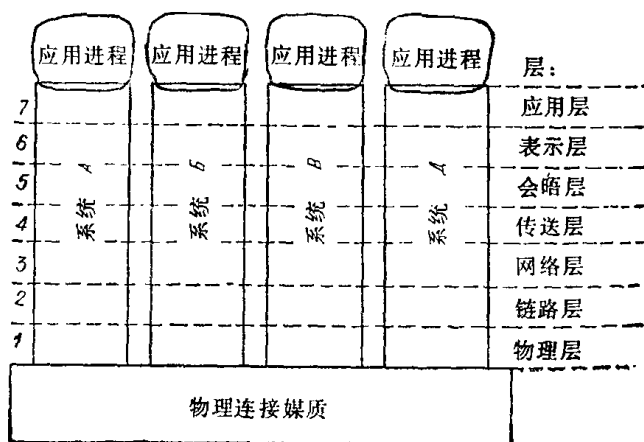


图 1.9 信息-计算网的层

应用层是层级中的最高层。最低层是物理层，它是为不同系统进行物理交互作用提供服务的。2—7层保证各应用进程互连所必要的一连串服务。

同时，5—7层是面向所执行的应用进程的，而低四层（1—4）保证各应用进程所交换的信息穿过物理连接媒质传送。这些层由所使用的物理连接媒质的类型决定。

每个子系统都包含一个或几个被称为**实体**的激活元件（图1.8）。位于一个或几个系统中的同一层次的两个或两个以上的实体可以互连，以便互相传送必需的信息。

实体互连是通过**连接**双方的被称为连接的**逻辑信道**实现的。为此，网络软件是这样工作的：建立一个连接实体的虚拟物理信道。 N -层实体的联系是由 $(N-1)$ -层所完成的功能来保证的，即建立起 N -连接。因此， N -层实体的连接（ N -连接）是建立在 $(N-1)$ -层上的。建立在各层上的连接（图1.10虚线）是逻辑连接。只有在物理连接媒质中支持最低层实体的连接才是真正的物理连接（图1.10点划线）。

连接的最重要功能是给实体提供这样的可能性，即在信息开始互相传送之前建立有关互连的动态协议。7498标准正是确定了所有层建立这种实体互连形式。但在许多情况下，例如信息在链路层上传送时，在诸如遥测和银行事务这样的应用进程中，可以绕过和没有预先的连接组织。在使用这些传送方法时，实体之间的互连无需预先约定就能进行。发送实体一旦需要就可以立即向接收实体发送数据块，而无需与接收实体预约。为了叙述在没有建立连接时信息在链路层的传送形式，下面再相应对开放系统互连参考模式作一点说明。

N -实体的连接是用下列方式实现的： N -实体为了互连，它们可以通过 $(N-1)$ -层服务访问点请求建立 N -实体间连接，进而使 N -层实体间建立起 N -连接。同样 $(N-1)$ -层实体求助于 $(N-2)$ -层连接……。这样一直进行到当前的连接由物理连接媒质提供为止。从而最终在此实现直接的系统互连（图1.10）。