



· 普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材

UTO MOBILE

汽车车载网络技术 原理与应用

主 编 屈 敏
主 审 蔡伟义



教学资源库
<http://js.ndip.cn>



國防工業出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材

汽车车载网络技术 原理与应用

主 编 屈 敏
副主编 姚嘉凌 于学华 丁左武
主 审 蔡伟义

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书以汽车车载网络系统为研究对象,以主流车载网络标准——CAN 总线的原理及其应用为教学重点,全面、系统地阐述了汽车车载网络系统的原理与应用技术。

本书共分 6 章,主要介绍:计算机网络、现场总线和车载网络技术的基础;控制器局域网 CAN 的技术规范;基于时间触发的车载网络协议标准和车载多媒体网络 MOST、车载局部连接网络 LIN 标准的简介;CAN 总线技术在大众汽车上的应用;车载 CAN 总线系统的测试分析与故障诊断;基于 MCS51 的通用车载 CAN 总线节点与基于飞思卡尔微控器的车载 CAN 总线节点设计。

本书可作为高等院校汽车、车辆工程、自动化类专业的高年级本科生教材,也可供有关技术人员参考与自学。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车车载网络技术原理与应用 / 屈敏主编. —北京:
国防工业出版社, 2012. 3
普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-118-07917-3

I. ①汽... II. ①屈... III. ①汽车—计算机网络—
高等学校—教材 IV. ①U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 038895 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 18 字数 416 千字

2012 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 33.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

普通高等教育汽车类专业“十二五”规划教材

编审委员会

主任委员

陈南（东南大学）

葛如海（江苏大学）

委员（按姓氏拼音排序）

贝绍轶（江苏技术师范学院）

蔡伟义（南京林业大学）

常绿（淮阴工学院）

陈靖芯（扬州大学）

陈庆樟（常熟理工学院）

戴建国（常州工学院）

鞠全勇（金陵科技学院）

李舜酩（南京航空航天大学）

鲁植雄（南京农业大学）

王琪（江苏科技大学）

王良模（南京理工大学）

吴建华（淮阴工学院）

殷晨波（南京工业大学）

于学华（盐城工学院）

张雨（南京工程学院）

赵敖生（三江学院）

朱龙英（盐城工学院）

朱忠奎（苏州大学）

编写委员会

主任委员

李舜酩 鲁植雄

副主任委员（按姓氏拼音排序）

吕红明 潘公宇 沈辉 司传胜 吴钟鸣 羊玢

委员（按姓氏拼音排序）

蔡隆玉 范炳良 葛慧敏 黄银娣 李国庆 李国忠 李守成 李书伟

李志臣 廖连莹 凌秀军 刘永臣 盘朝奉 秦洪艳 屈敏 孙丽

王军 王若平 王文山 夏基胜 谢君平 徐礼超 许兆棠 杨敏

姚明 姚嘉凌 余伟 智淑亚 朱为国 邹政耀

汽车车载网络技术原理与应用

主 编 屈 敏
主 审 蔡伟义
副主编 姚嘉凌 丁左武 于学华

前 言

近 10 年来,在电子、计算机、网络通信技术迅速发展的推动下,汽车电子控制技术的水平不断提高。然而,随着汽车车载电子、电器设备数量的增加直接导致整车电气布线的复杂化;另外,汽车电控系统的功能不断提升,也对车载电控单元间的数据信息交换与共享提出更高要求。本着减少材料与安装成本、简化电气线路、降低检维修难度和提高电控系统运行的可靠性、应用的灵活性为目的,国外许多大型汽车公司与研究机构都积极致力于车载网络技术的研究,并在借鉴计算机网络技术和现场控制技术的基础上,开发出适用于汽车环境的网络控制技术。

现阶段,我国汽车车载网络技术起步时间还不长,其应用技术水平与国外相比较为落后。为了提高国产汽车的技术水平,并逐步与国际汽车行业接轨,实现国产汽车电子控制系统的网络化,展开对以 CAN 总线为代表的汽车车载网络技术的学习研究十分必要。

目前,开设汽车类专业的高校都开设“汽车电子电气”、“汽车电子控制技术”等课程,但其中有关车载网络技术的相关内容却很少,远远不能满足对汽车电子控制新技术内容的学习需要。为适应汽车电子控制新技术内容的教学,尤其是一些汽车电子电气类专业方向开设“汽车车载网络技术”课程教学的需要,以及汽车类专业学生对汽车车载网络技术学习的需要而编写本书。本书以汽车车载网络系统为研究对象,以主流车载网络标准 CAN 总线的内容及其应用为教学重点,通过学习使学生掌握:汽车车载网络系统的主流协议标准的内容、分类和基本结构特点,车载 CAN 总线在汽车上的应用和测试分析与故障诊断方法,车载 CAN 总线电控单元节点的设计。对较少学时或要求较低的教学可对第 6 章内容简介或略去,实验项目可根据教学情况进行选做。

本书由南京林业大学汽车与交通工程学院蔡伟义主审,南京工程学院车辆工程系屈敏执笔主编,南京林业大学汽车与交通工程学院姚嘉凌和盐城工学院汽车工程学院于学华参与了第 1 章、南京工程学院车辆工程系丁左武参与了第 6 章部分内容的编写,南京工程学院车辆工程系王书林对本书的编写提出了很多宝贵意见,在此衷心感谢他们在本书编写工作中所给予的帮助与支持。


由于学识水平上的限制,书中的错误与不足之处在所难免,敬请读者批评与指正。

屈 敏

2011 年 10 月于南京

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机网络技术基础	1
1.2 现场总线技术基础	13
1.3 汽车车载网络技术概述	19
第 2 章 控制器局域网技术基础	30
2.1 CAN 总线的产生与发展	30
2.2 CAN 总线的特点	33
2.3 CAN 总线的通信机制	34
2.4 CAN 总线的分层模型	34
2.5 CAN 的数据链路层	35
2.6 CAN 的物理层	41
第 3 章 其他汽车车载网络技术	47
3.1 基本概念	48
3.2 基于时间触发的车载网络 协议标准	49
3.3 车载多媒体网络 MOST	76
3.4 车载局部连接网络 LIN	82
第 4 章 CAN 总线技术在汽车上的应用	95
4.1 车载网络技术简析	95
4.2 车载 CAN 总线网络系统实例分析	98
4.3 奥迪 A6 轿车多总线车载 网络系统应用	120
4.4 车载网络总线应用方案	134
第 5 章 车载 CAN 总线系统的测试分析与故障诊断	138
5.1 CAN 总线系统测试	138
5.2 车身舒适系统 CAN 总线传输信号的波形测试分析	143
5.3 车身舒适系统 CAN 总线传输数据帧测试分析	148
5.4 车身舒适系统 CAN 总线网络性能测试与仿真分析	154
5.5 车载 CAN 总线系统的故障诊断	158
第 6 章 车载 CAN 总线系统的节点设计	165
6.1 概述	165
6.2 CAN 总线常用芯片	166
6.3 基于 MCS51 的车载 CAN 总线测控节点设计	200
6.4 基于飞思卡尔微控制器的车载 CAN 总线节点设计	209
附录 课程实验指导	268
参考文献	281



第 1 章 绪 论

1.1 计算机网络技术基础

1.1.1 计算机网络的产生

在电气时代到来之前，还不具备发展远程通信的先决条件，所以通信事业的发展十分缓慢。19 世纪 40 年代到 20 世纪 30 年代，电磁技术被广泛用于通信。1844 年电报的发明以及 1876 年电话的出现，开始了近代电信事业，为人们迅速传递信息提供了方便。20 世纪 30 年代到 60 年代，电子技术被广泛用于通信领域。微波传输、大西洋电话电缆以及 1960 年美国海军首次使用命名为“月亮”的卫星进行远距离通信，标志着远程通信事业的开始。

美国最早的军用计算机网络 ARPANET，也是世界上第一个远程分组交换网。ARPANET 于 1969 年 12 月建成时只有 4 个节点，随着越来越多节点的加入，在短短的 3 年间 ARPANET 就跨越了全美国。在 ARPANET 的发展过程中人们发现 ARPANET 协议很难运行于多个网络之上，于是人们又研究和开发了适于互联网络通信的 TCP/IP 协议，并开发了一整套方便适用的网络应用程序接口和大量的工具软件及管理软件，将它们集成在 Berkeley UNIX 操作系统中，这使得网络的互联变得非常容易，从而激发更多的网络加入到 ARPANET。

由于 ARPANET 是美国国防部 (DoD) 所管辖的网络，不可避免地限制了一些大学使用 ARPANET，为此美国国家科学基金会 (NSF) 于 1984 年开始着手筹建一个向所有大学开放的计算机网络。NSF 利用 56kb/s 的租用线路建成了连接全美国 6 个超级计算机中心的骨干网，并且筹集资金建成了大约 20 个地区网连接到骨干网上，包括骨干网和地区网的整个网络，称为 NSFNET，NSFNET 通过线路与 ARPANET 相连。与此同时其他国家和地区也建立了类似于 NSFNET 的网络，这些网络通过通信线路同 NSFNET 或 ARPANET 相连，20 世纪 80 年代中期人们将这些互联在一起的网络看作一个互联网，

后来就以互联网来称呼它。

纵观计算机网络的发展历史可以发现，它和其他事物的发展一样，也经历了从简单到复杂，从低级到高级的过程。在这一过程中，计算机技术与通信技术紧密结合，相互促进，共同发展，最终产生了计算机网络。

1.1.2 计算机网络的概念和分类

1.1.2.1 计算机网络的概念

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合产生的新的技术领域，若干计算机用通信信道连接在一起，相互之间可以交换信息共享资源，就形成了计算机网络。以计算机间传输信息为目的而连接起来的计算机系统的集合称为计算机网络，如图 1-1 所示。

计算机网络是在协议控制下，由一台或多台计算机以及通信控制处理机等所组成的系统的集合。不仅有一台或多台计算机，还可以有若干台终端设备、数据传输设备。通信控制处理机是便于终端和计算机之间或者若干台计算机之间数据流动的通信控制装置。

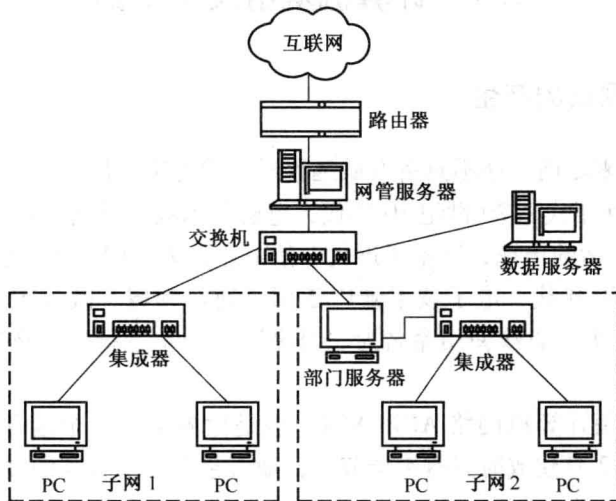


图 1-1 计算机网络示意图

1.1.2.2 计算机网络的类型

1. 按跨度分类

从网络范围或计算机之间互连距离来看，可将计算机网络分为广域网和局域网。

广域网是覆盖范围大，距离远的网络。其传输装置和介质由电信部门提供，传输距离可以遍及城市、国家甚至更远。

局域网是在一个特定的局部单位内连接的网络。它一般由一个部门或公司组建，地理范围仅在一个建筑物或单位内部。

多个局域网可以通过网关连接在一起构成互联网络。网关是连接不同网络，能实现不同网络协议转换的设备。

2. 按用途分类

按用途可将计算机网络分为专用网和公用网。

公用网是向社会开放的网络体系。它由电信部门组建、管理和控制，网络内的传输和转接装置可提供给任何部门和单位用于连接众多的计算机和终端。

专用网是一个部门或行业的网络体系。它由一个单位组建经营，不允许其他部门和单位使用。

3. 按拓扑结构分类

按拓扑结构可将计算机网络分为星型拓扑、环型拓扑、总线型拓扑、树型拓扑和混合型拓扑。

1) 星型拓扑

星型拓扑结构是一种以中央节点为中心，把若干外围节点连接起来的辐射式互连结构，如图 1-2 (a) 所示。这种结构适用于局域网，特别是近年来连接的局域网大都采用这种连接方式。这种连接方式以双绞线或同轴电缆作为连接线路。

星型拓扑结构的特点是：安装容易，结构简单，费用低，通常以集线器 (Hub) 作为中央节点，便于维护和管理。中央节点的正常运行对网络系统来说是至关重要的。

2) 环型拓扑

环型拓扑结构是将网络节点连接成闭合结构，如图 1-2 (b) 所示。信号顺着某一个方向从一台设备传到另一台设备，每一台设备都配有一个收发器，信息在每台设备上的延时时间是固定的。这种结构特别适用于实时控制的局域网系统。

环型拓扑结构网络的优点是：安装容易，费用较低，电缆故障容易查找和排除。有些网络系统为了提高通信效率和可靠性，采用了双环结构，即在原有的单环上再套一个环，使每个节点都具有两个接收通道。环型拓扑结构网络的缺点是：当节点发生故障时，整个网络就不能正常工作。

3) 总线型拓扑

总线型拓扑结构是一种共享通路的物理结构，如图 1-2 (c) 所示。这种结构中总线具有信息的双向传输功能，普遍用于局域网的连接，总线一般采用同轴电缆或双绞线。

总线拓扑结构网络的优点是：安装容易，扩充或删除一个节点很容易，不需停止网络的正常工作，节点的故障不会殃及系统。由于各个节点共用一个总线作为数据通路，信道的利用率高。但总线结构也有其缺点：由于信道共享，连接的节点不宜过多，并且总线自身的故障可以导致系统的崩溃。

4) 树型拓扑

树型拓扑结构就像一棵“根”朝上的树 [图 1-2 (d)]，与总线型拓扑结构相比，主要区别在于总线型拓扑结构中没有“根”。这种拓扑结构的网络一般采用同轴电缆，用于军事单位、政府部门等上、下界限相当严格和层次分明的部门。

树型拓扑结构网络的优点是：容易扩展，故障也容易分离处理；缺点是：整个网络对根的依赖性很大，一旦网络的根发生故障，整个系统就不能正常工作。

5) 混合型拓扑

混合型拓扑结构是由星型结构和总线型结构的网络结合在一起的网络结构。这样的

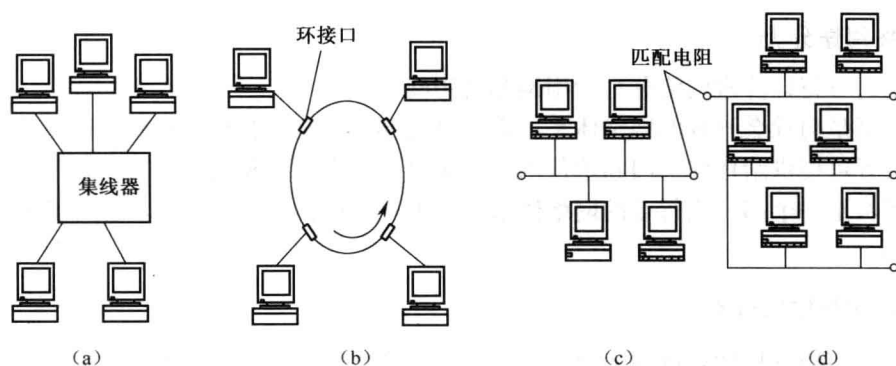


图 1-2 计算机网络拓扑结构图

(a) 星型; (b) 环型; (c) 总线型; (d) 树型。

拓扑结构更能满足较大网络的拓展, 解决星型网络在传输距离上的局限, 而同时又解决了总线型网络在连接用户数量的限制。这种网络拓扑结构同时兼顾了星型网络与总线型网络的优点, 在缺点方面得到了一定的弥补。

星型、环型、总线型网络结构简单, 组网容易, 适用于局域网。混合型构造复杂, 组网较难, 但可靠性和完整性等非常适合于大型信息处理系统, 几乎是广域网的唯一拓扑选择方案。

4. 按信息传输方式分类

计算机网络的信息传输方式可分为电路交换、报文交换、分组交换。

1) 电路交换

电路交换的概念: 两台计算机在互相通信时使用一条实际的物理链路, 在通信中自始至终不变, 且不允许它机共享该线路的信道容量。其最大特征是双方建立链接通信时, 必须均为完全空闲, 不可做任何工作。

电路交换通信包括如下三种状态:

(1) 建立链接。在传输任何数据之前, 都须建立站到站的线路。例如, 如图 1-3 所示, A 站发送一个请求到节点 4, 请求与 E 站建立一个链接。从 A 站到节点 4 是一个专用线路, 节点 4 必须在通向节点 6 的路径中找到下一个支路。根据路径选择信息, 节点 4 选择到节点 5 的线路, 在此路上分配一个未用的通道, 并发送一个报文请求链接到 E 站, 至此, 建立起一条 A 经节点 4 到节点 5 的专用通路。同样方法建立节点 5 到节点 6, 节点 6 到 E 站的专用通道, 并且在内部把此通道与节点 4 来的通道链接起来。在完成这个链接的过程中, 要进行测试来了解 E 站是否忙或是否准备接收本次链接。

(2) 数据传送。可以通过网络把信号从 A 站传到 E 站, 所传输的数据可以是数字或模拟的。这种链接是全双工的, 可以在两个方向传输数据。

(3) 线路拆除。在某个数据传送周期结束以后, 就要结束链接。必须把拆除信号传播到节点 4、5、6, 以便释放专用资源。

电路交换方式有如下特点:

(1) 实时响应性高 (通信双方进行信息传输时全部资源都用于此次通信);

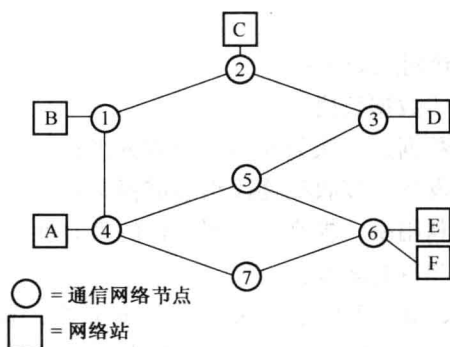


图 1-3 一般的信息交换网络

(2) 几乎没有传输延迟（因为传输信息不需缓存，原因是通信时分配给通信两端一条物理链路）；

(3) 信道经常产生“堵塞”（在通信过程中，物理信道是唯一的，不能共享）；

(4) 大量信道容量浪费（由于独占性，在释放链路前，即使是无信息传输也需占用一条物理链路）；

(5) 布线复杂（每个用户到转接交换机都必须有一条通信线路）。

2) 报文交换

报文交换的概念：发送数据时，发送端将数据以报文为单位发送到与其相连的转接交换机中，转接交换机存储报文，当所需的输出线路空闲时，再将该信息“转发”出去，直至接收端。

存储转发报文举例：如图 1-3 所示，从 A 站发送报文，在 A 站要把 E 站的地址加到报文中，发到节点 4，节点 4 存报文并决定下一个路径，如选节点 5，排队，当链路可用时，发到节点 5；节点 5 重复节点 4 将报文存储——发送到节点 6，节点 6 重复，最后到达 E 站。

在数据通信中，发挥计算机的存储功能，增加了“存储—转发”过程（克服了电路交换的一个重要缺点——无缓存）。报文交换在进行信息传输时既不需要建立链接阶段，也不需要拆除链接阶段。故不需要通信双方在通信时同时处于空闲。

报文交换具有如下特征：

(1) 线路利用率高（报文交换时通信双方不需独占一条物理链路）；

(2) 可一点对多点传送（只要附加地址字段，转接交换机可转发到不同接收方）；

(3) 不同速率之间用户可进行通信；

(4) 数据传输开销增加（因没有直接单一的物理链路沟通，需在所传的信息中增加两端地址）；

(5) 报文交换实时性较差（因延迟较电路交换大得多，或报文太长）；

(6) 报文交换的转接交换机需要较大容量的存储设备（因报文包含的信息量较大）。

3) 分组交换

分组交换的概念：每次传输的信息最大长度是有限的，发送端将所要发送信息拆成一个个分组发送出去，转接交换机每次转发的是一个分组，接收端把接收到的分组再逐

段组装成报文。

分组交换与报文交换异同点如下：

- (1) 分组交换限制所传数据长度；
- (2) 需要拆组和组装数据，一次只发送一个数据组；
- (3) 发端一个个分组发送，接收端逐段组装成报文；
- (4) 增加了通信线路利用率，提高了数据通信的实时性；
- (5) 分组中包括数据和目的地址。

存储转发报文举例：如图 1-3 所示，从 A 站发送分组，要把 E 站的地址加到分组中，发到节点 4，节点 4 暂存报文，并决定下一个路径，如选节点 5，排队，当链路可用时，发到节点 5；节点 5 重复节点 4 将报文存储—发送到节点 6，节点 6 重复，最后到达 E 站。

分组交换具有如下特征：

- (1) 线路利用率大大高于报文交换和电路交换（由于通信资源可同时被多个用户共享）；
- (2) 可实现多点同时发和收通信（因报文太长，故传输只可一点发送，多点接收）；
- (3) 数据通信高可靠性和完整性（一个节点和一条线路的故障不会引起全网络的中断，极少数据丢失）；
- (4) 网络管理和信息传输附加开销十分大，甚至通信网络所传输的数据 50% 以上是管理信息（因报文的拆卸和组装以及各分组在网络上的传输都要进行附加的管理）；
- (5) 需要“协议”的软、硬件规范来管理和控制网络运行。

1.1.3 计算机网络的协议

1. 接口

接口是为两个系统、设备或部件之间连接服务的数据流穿越的界面。计算机通信接口组成包括设备（部件）和说明；计算机通信接口内容包括物理、电气、逻辑和过程。

物理：指连接器有多少个插脚。

电气：确定接口电路信号的电压、宽度及它们的时间关系。

逻辑：说明为了传送如何把数据位或字符换成字段，以及传输控制字符的功能使用等（语法：提供用于控制和实现穿越接口交换数据流的一种语言）。

过程：说明通信控制字符的法定顺序、各个种字段的法定内容以及控制数据流穿越接口的命令和应答（语义）。

2. 协议及其功能

1) 协议的定义

协议是在两实体之间控制信息交换的规则和约定。两个实体要成功地通信，必须在通信内容、怎样通信、何时通信三方面遵从相互可以接受的一组约定和规则。这些规定和规则的集合称为协议。在通信中，任何一个可以作为信息发送或接收的个体称为通信

实体。

2) 协议的组成

(1) 语法：对信息或报文中各字段确定格式，说明报文字段、命令、应答的结构；确定通信双方之间“如何讲”，由逻辑说明构成。

(2) 语义：对发布请求、执行动作、返回应答予以解释，并确定用于协调和差错处理的控制信息；确定通信双方之间“讲什么”，由过程说明构成。

(3) 定时规则：指出事件的顺序、速度匹配、排序。

3) 协议的功能

协议的功能是控制并指导两个对话实体的对话过程，发现对话过程中出现的差错并确定处理策略。协议有如下四个公共功能（各个协议的功能是不一样的，因为每个协议都是具有针对性的，用于特定的目的）：

(1) 差错检测和纠正功能。通信传输的协议通常使用“循环冗余检验”（CRC）、“应答一重发”、“计算机校验和”三种机制进行数据传输出现差错的检测和纠正工作。

(2) 分块和重装功能。它是指将传输的“数据”，按照“规定格式”进行加工处理，使之符合协议交换时的格式要求。分块是将报文划分成几个报文分组；重装是将几个报文分组还原成报文。

(3) 排序功能。对发送出的数据进行编号以标识它们的顺序，通过排序，达到按序传递，信息流控制和差错控制等目的。

(4) 流量控制功能。通过限制发送的数据量或速率，以防止在信道中出现堵塞现象。

3. 协议类别

协议可根据其不同特性进行分类：

1) 直接型/间接型

两个实体间的通信，可以是直接的或间接的。

(1) 直接型协议：数据和控制信息直接在实体间传递而无任何中间的信息处理装置，所需的协议属于直接型（如点对点链路，两个实体间可以直接通信）。

(2) 间接型协议：两个实体交换数据必须依赖于其他实体的功能，所需的协议属于间接型（如两个实体通信需经过转接式通信网、两个或两个以上网络的通信网）；设计协议时，需考虑对中间系统了解到怎样程度，比较复杂。

2) 单体型/结构化型

(1) 单体型协议：两个实体间通信所采用的比较简单化的单一协议。

(2) 结构化型协议：以展示为层次或分层次结构的协议集合来代替单体型协议。较低层次的功能在较低层次的实体上实现；较高层次的实体依靠较低层次的实体来交换数据。

3) 对称型/不对称型

(1) 对称型协议：是同等的实体之间通信所用的协议。大部分的协议属于对称型协议。

(2) 不对称型协议：可以是交换逻辑的要求，或为了尽可能使实体或系统保持

简单。

4) 标准型/非标准型

- (1) 标准型协议：为国家、国际权威组织认可，行业普遍接受的协议。
- (2) 非标准型协议：一般为发展中的产物，或特定通信环境下网络所用的协议。

1.1.4 计算机网络的体系结构

现代网络采用分层的体系结构方法，是将网络按照功能分成一系列的层次，每个层次完成一个特定的功能，相邻层中的高层直接使用低层提供的服务来实现本层的功能，同时它又向其上层提供服务。网络分层的好处：各层之间相对独立，其功能实现的具体细节对外是不可见的，相邻层的交互通过接口处规定的服务原语进行，这样每一层功能易于实现与维护。

1. OSI 参考模型的由来

计算机网络是由各种计算机和终端通过通信线路连接起来的复合系统。在这个系统中，由于硬件、连接方式及软件的不同，会造成网络中各节点间的通信无法进行。由于各厂家使用的数据格式、交换方式不同，异种机通信硬件的标准化非常困难，1977年国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）联合成立了技术委员会来专门制定统一的计算机网络标准。该技术委员会发布的最著名的标准就是开放系统互连参考模型（Open System Interconnection/Reference Model, OSI/RM），简称 OSI 参考模型。OSI 定义了异种机联网标准的框架结构，建立了一整套能保证全部级别都能进行通信的标准，从而解决了异种计算机、异种操作系统及异种网络间的通信问题。

2. OSI 的体系结构

OSI 参考模型包括体系结构、服务定义和协议规范三级抽象。OSI 的体系结构定义了一个 7 层模型，用以进行进程间的通信，并作为一个框架来协调各层标准的制定；OSI 的服务定义描述了各层所提供的服务，以及层与层之间的抽象接口和交互用的服务原语；OSI 各层的协议规范，精确定义了应当发送何种控制信息及何种过程来解释该控制信息。需要强调的是，OSI 参考模型并非具体实现的描述，它只是一个为制定标准机而提供的概念性框架。在 OSI 中，只有各种协议是可以实现的，网络中的设备只有与 OSI 和有关协议相一致时才能互连。

如图 1-4 所示，OSI 7 层模型从下到上分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。整个开放系统环境由作为信源和信宿的端开放系统及若干中继开放系统通过物理媒体连接构成，只有在主机中才可能需要包含所有 7 层的功能，而在通信子网中的节点机一般只需要最低 3 层甚至只要最低 2 层的功能就可以。

3. OSI 参考模型中的数据流传送

OSI 层次结构模型中数据的实际传送过程如图 1-5 所示，假设主机 A 中的应用进程 AP_A 要与主机 B 中的应用进程 AP_B 进行数据交换，主机 A 与主机 B 分别处于两地，彼

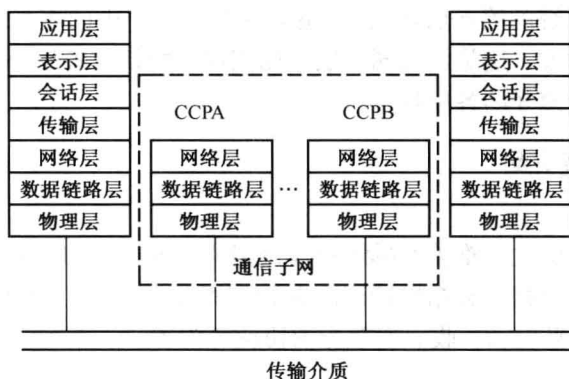


图 1-4 ISO/OSI 参考模型图

此通过通信子网连接。其中，主机 A 与通信子网的节点 1 相连，主机 B 与通信子网的节点 n 相连。应用进程 A 为了与网络中的其他进程通信，首先必须进入网络环境，将待发送的信息（报文）递交给 OSI 的最高层。第 7 层接收数据，加上该层的控制信息递交给第 6 层做进一步处理。第 6 层接收到从上层递交来的数据后，加上本层的控制信息组成第 5 层的数据单元送第 5 层。依此类推，每一层都接收从上层递交来的数据加上该层的控制信息再递交给下层。第 4 层以上的数据单元统称为报文，第 3 层的数据单元称为分组，第 2 层的数据单元称为帧，第 2 层则以二进制位为单位进行数据传送到第 1 层后，以二进制位流的形式通过传输介质传送到相邻节点。每个通信网中的节点对接收到的二进制位流从第 1 层依次上升到第 3 层，每一层根据控制信息进行相应的操作，然后剥去控制信息，将剩下的数据单元递交给更高一层。处理完毕再逐层加上控制信息递交给通信网的下一个节点，直到传送到目的端。目的端从传输介质上接收到位流后，从第 1 层依次上升到第 7 层，每层依据控制信息完成相应操作，然后剥去控制信息，将数据单元递交给更高一层。最终到达进程 AP_B 。

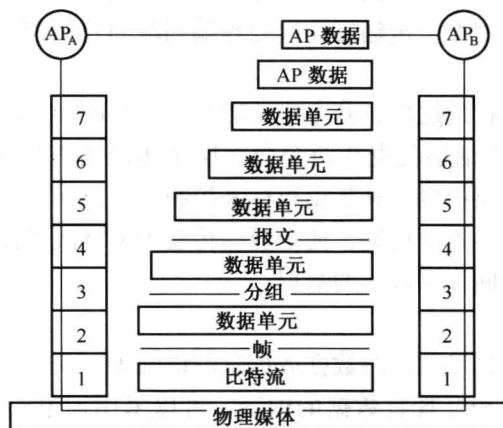


图 1-5 数据在 OSI 网络中传送图

尽管应用进程 AP_A ，在 OSI 环境中经过复杂的处理过程才到达对方的应用进程 AP_B 。但对于这两个进程来讲，这一复杂处理过程是感觉不到的。从应用进程的角度看，应用进程 AP_A 的数据好像是“直接”传送给应用进程 AP_B 。同理，任何两个同样

层次之间（如两个系统的第6层之间），也好像如图1-5中的水平虚线所示的那样，可将数据直接传递给对方，这是因为同等层遵循相同的协议。各层协议实际上是在各个同等层之间传递数据时遵守的各项规定。

4. 各层功能简要介绍

1) 物理层

物理层定义了为建立、维护和拆除物理链路所需的机械的、电气的、功能的和规程的特性，其作用是使原始的数据比特流能在物理媒体上传输。具体涉及接插件的规格，“0”、“1”信号的电平表示，收、发双方的协调等内容。

2) 数据链路层

比特流被组织成数据链路协议数据单元（通常称为帧），并以其为单位进行传输，帧中包含地址、控制、数据及校验码等信息。数据链路层的主要作用是通过校验、确认和反馈重发等手段，将不可靠的物理链路改造成对网络层来说无差错的数据链路。数据链路层还要协调收、发双方的数据传输速率，即进行流量控制，以防止接收方因来不及处理发送方来的高速数据而导致缓冲器溢出及线路阻塞。

3) 网络层

数据以网络协议数据单元（分组）为单位进行传输。网络层关心的是通信子网的运行控制，主要解决如何使数据分组跨越通信子网从源传送到目的地的问题，这就需要在通信子网中进行路由选择。另外，为避免通信子网中出现过多的分组而造成网络阻塞，有必要对流入的分组数量进行控制。当分组需跨越多个通信子网才能到达目的地时，还要解决网际互连问题。

4) 传输层

传输层是第一个端一端，即主机—主机的层次。传输层提供的端到端的透明数据传输服务，使高层用户不必关心通信子网的存在，由此用统一的传输原语书写的高层软件便可运行于任何通信子网上。传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。

5) 会话层

会话层是进程—进程的层次，其主要功能是组织和同步不同的主机上各种进程间的通信（也称为对话）。会话层负责在两个会话层实体之间进行对话连接的建立和拆除。在半双工情况下，会话层提供一种数据权标来控制某一方向何时有权发送数据。会话层还提供在数据流中插入同步点的机制，使得数据传输因网络故障而中断后，可以不必从头开始而仅重传最近一个同步点以后的数据。

6) 表示层

表示层为上层用户提供共同的数据或信息的语法表示变换。为了让采用不同编码方法的计算机在通信中能相互理解数据的内容，可以采用抽象的标准方法来定义数据结构，并采用标准的编码表示形式。表示层管理这些抽象的数据结构，并将计算机内部的表示形式转换成网络通信中采用的标准表示形式。数据压缩和加密也是表示层可提供的表示变换功能。

7) 应用层

应用层是开放系统互连环境的最高层。不同的应用层为特定类型的网络应用提供访