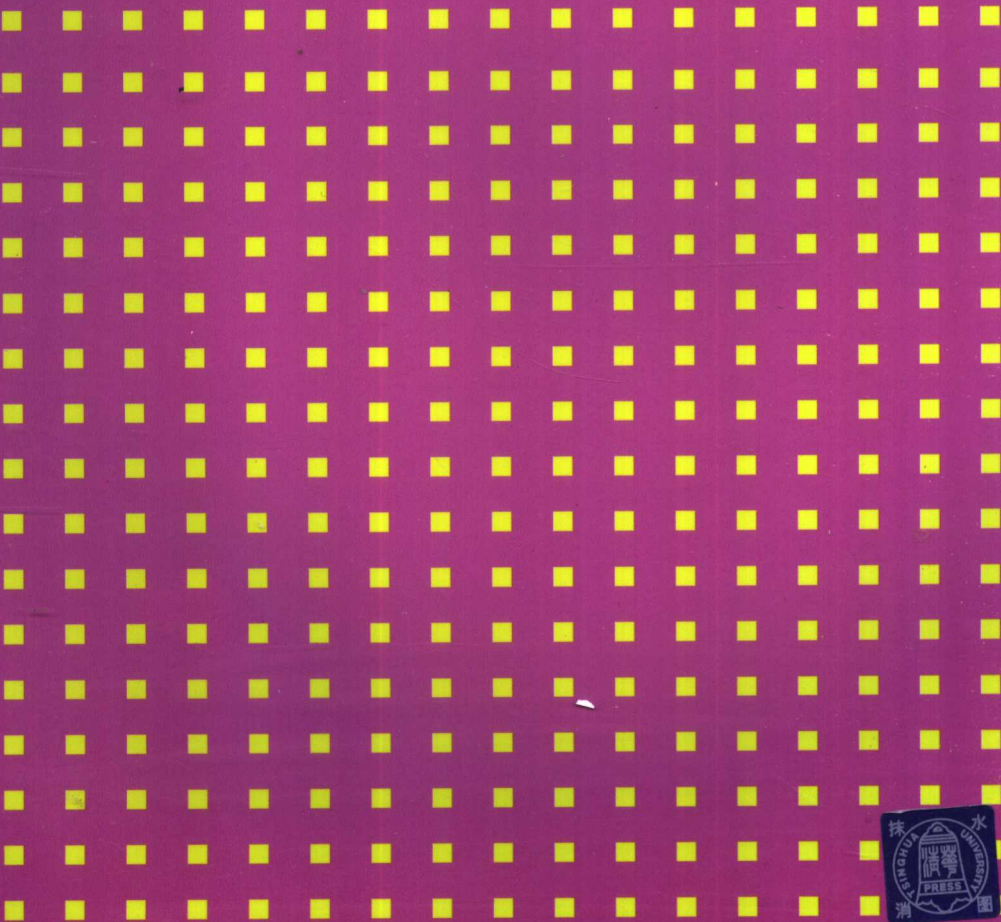


高等学校计算机专业教材精选·网络与通信技术

计算机网络原理与通信技术

陈善广 主编



清华大学出版社

高等学校计算机专业教材精选·网络与通信技术

计算机网络 原理与通信技术

陈善广 主编

丛 军
梅 伟
常 昆
王宝智
编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书的主题是介绍计算机网络中的通信网络。计算机网络是由通信网络和资源网络组成的。通信网络负责数据的发送和接收。根据在计算机网络中的分布位置和功能的不同,通信网络分成用户网(局域网)、接入网、骨干网(交换网和传输网)。本书的重点是介绍各类网络的作用、物理结构、逻辑结构、通信协议及其重要的技术要点。在集中重点介绍计算机网络通信技术之前,本书深入浅出地介绍了计算机网络体系结构的概念以及对它们的理解,这些原理性内容对于全面深刻地学习计算机网络非常重要。

本书知识体系系统、完整,涵盖了目前计算机网络的基本通信技术;取材新颖,详略得当,既照顾到知识的继承性,又突出了新技术的比重;写法平实,语言直白,易读易懂。

本书适合作为高等院校通信专业、计算机网络专业教材和通信网络工程专业人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理与通信技术/陈善广主编. —北京:清华大学出版社,2007.11

(高等学校计算机专业教材精选·网络与通信技术)

ISBN 978-7-302-15173-9

I. 计… II. 陈… III. ①计算机网络—高等学校—教材 ②通信技术—高等学校—教材 IV. TP393 TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 067692 号

责任编辑:汪汉友

责任校对:梁毅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印刷者:清华大学印刷厂

装订者:三河市溧源装订厂

经销:全国新华书店

开本:185×260 印张:21.25 字数:510千字

版次:2007年11月第1版 印次:2007年11月第1次印刷

印数:1~3500

定价:28.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:024410-01

出版说明

我国高等学校计算机教育近年来迅猛发展,应用所学计算机知识解决实际问题,已经成为当代大学生的必备能力。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。现在,很多高等学校都在积极探索符合自身特点的教学模式,涌现出一大批非常优秀的精品课程。

为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,清华大学出版社在进行了大量调查研究的基础上,组织编写了《高等学校计算机专业教材精选》。本套教材从全国各高校的优秀计算机教材中精挑细选了一批很有代表性且特色鲜明的计算机精品教材,把作者们对各自所授计算机课程的独特理解和先进经验推荐给全国师生。

本系列教材特点如下。

(1) 编写目的明确。本套教材主要面向广大高校的计算机专业学生,使学生通过本套教材,学习计算机科学与技术方面的基本理论和基本知识,接受应用计算机解决实际问题的基本训练。

(2) 注重编写理念。本套教材作者群为各校相应课程的主讲,有一定经验积累,且编写思路清晰,有独特的教学思路和指导思想,其教学经验要求具有推广价值。本套教材中不乏各类精品课配套教材,并力图努力把不同学校的教学特点反映到每本教材中。

(3) 理论知识与实践相结合。本套教材贯彻从实践中来到实践中去的原则,书中的许多必须掌握的理论都将结合实例来讲,同时注重培养学生分析、解决问题的能力,满足社会用人要求。

(4) 易教易用,合理适当。本套教材编写时注意结合教学实际的课时数,把握教材的篇幅。同时,对一些知识点按教育部教学指导委员会的最新精神进行合理取舍与难易控制。

(5) 注重教材的立体化配套。大多数教材都将配套教师用课件、习题及其解答,学生上机实验指导、教学网站等辅助教学资源,方便教学。

随着本套教材陆续出版,相信能够得到广大读者的认可和支持,为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高,为计算机教育事业的发展作出应有的贡献。

清华大学出版社

前 言

计算机网络对于广大读者来说,经常听说或者使用的是 Internet,例如,网站、网页、浏览器、E-mail、上传、下载,以及聊天等。实际上,计算机网络涵盖的内容远不只这些,上述内容属于计算机网络的应用。在计算机网络知识体系中,还包括以下内容。

- (1) 以计算机网络体系结构为核心的原理模块。
- (2) 以网络设计、设备选型、组网为基础的计算机网络工程模块。
- (3) 以局域网为重点的网络通信技术模块。
- (4) 以网络操作系统、网络管理系统、网络安全系统的使用维护为重点的网络安全与管理模块。
- (5) 以 Internet 应用开发为热点的网络程序设计开发模块。

纵观计算机网络知识体系,计算机网络原理与通信技术是基础性内容,是深入学习和掌握计算机网络知识的必修内容,是进而把握计算机网络思想的台阶,是读者真正明白“计算机网络原来是这么一回事”的钥匙。

本书不同于一般综合介绍计算机网络知识体系的概论性教材,也不同于讲授如何使用和组建网络的操作指南,它是介绍计算机网络原理与通信技术的专著,能够帮助读者系统地、由浅入深地学习计算机通信网络的知识体系。

本书的读者包括通信(工程)专业师生、计算机网络(工程)专业师生以及计算机网络工程技术人员。

本书的出版还要感谢邹红霞、李岩松、常煜、陈志、王鹏、陈建宇、张青、张斌、王斌、程小飞、段小宁、滕文生、李东、宋蕾、孙健等老师的工作。时间仓促和水平有限可能导致书中存在错误和不当之处,欢迎专家和读者批评指正。作者邮箱是 w_bz@sina.com。

目 录

第 1 章 计算机网络体系结构	1
1.1 OSI 参考模型	1
1.1.1 OSI 的层次结构	1
1.1.2 OSI 制定过程中的三级抽象	3
1.1.3 OSI 中服务和协议的含义	3
1.1.4 OSI 中 SAP、层间接口和传送数据单元	4
1.1.5 OSI 中的服务原语	6
1.1.6 OSI 中的服务类型	7
1.2 IP 网络层次结构	8
1.2.1 IP 网络层次结构组成	8
1.2.2 IP 网络层次结构与 OSI 的关系	9
1.2.3 TCP/IP 协议族	9
1.3 如何理解计算机网络体系结构	10
1.4 网络通信过程中的寻址	11
1.4.1 寻址结构	11
1.4.2 寻址过程	13
习题	15
第 2 章 TCP/IP 协议	16
2.1 IP v4 协议	16
2.1.1 IP v4 数据报格式	16
2.1.2 IP v4 地址	18
2.1.3 IP v4 分段封装	22
2.1.4 IP v4 功能模块	24
2.1.5 IP v4 发送和接收流程	24
2.1.6 IP v4 路由选择	29
2.2 IP v6 协议	32
2.2.1 IP v6 分组格式	32
2.2.2 IP v6 扩展头部	33
2.2.3 IP v6 地址	37
2.3 UDP	39
2.3.1 运输层协议概述	39
2.3.2 UDP 数据报格式	41

2.3.3	UDP 校验和算法	41
2.3.4	UDP 应用	42
2.4	TCP	42
2.4.1	TCP 报文段格式	43
2.4.2	TCP 连接	44
2.4.3	TCP 流量控制	46
2.4.4	TCP 拥塞控制	47
	习题	51

第 3 章	域名解析	53
3.1	域名空间	53
3.1.1	域	53
3.1.2	域名	55
3.1.3	区	56
3.2	名字服务器	56
3.2.1	名字服务器种类	57
3.2.2	名字服务器树	57
3.3	域名解析算法	58
3.3.1	域名解析方式	58
3.3.2	定位起始域名服务器	59
3.4	逆向域名解析	60
3.4.1	逆向域名解析的特点	60
3.4.2	逆向域名解析原理	60
3.5	域名解析报文	61
3.5.1	报文格式	61
3.5.2	记录类型与结构	63
3.5.3	域名解析报文的运输	65
	习题	65

第 4 章	路由选择算法	66
4.1	路由选择策略	66
4.2	最短路径法	66
4.2.1	基本原理	66
4.2.2	路由表的生成	67
4.3	扩散法	69
4.3.1	基本原理	69
4.3.2	选择性扩散法	69
4.4	基于流量的路由选择	69

4.4.1	基本原理	70
4.4.2	定量分析	70
4.4.3	路由决策	71
4.5	距离向量路由选择	72
4.5.1	基本原理	72
4.5.2	路由表生成与刷新	72
4.5.3	好坏消息的快慢问题	75
4.6	链路状态路由选择	76
4.6.1	基本原理	76
4.6.2	探测相邻路由器	77
4.6.3	测量链路开销	78
4.6.4	组装链路状态分组	78
4.6.5	发布链路状态分组	79
4.6.6	计算新路由	81
4.7	分级路由选择	81
4.7.1	基本原理	81
4.7.2	最优级数确定	82
4.8	移动主机的路由选择	82
4.8.1	移动主机登录注册	83
4.8.2	向移动主机发送数据	83
4.8.3	移动主机路由协议实现方案	84
4.9	广播路由选择	85
4.9.1	完全发送法	85
4.9.2	扩散法	85
4.9.3	多目的地路由选择	85
4.9.4	生成树法	85
4.9.5	逆向路径转发	85
4.10	组播路由选择	86
4.10.1	基本思想	87
4.10.2	生成树修剪方法	87
习题		88
第5章	路由协议	89
5.1	路由协议分类	89
5.2	路由选择信息协议	90
5.2.1	RIP 路由表结构与初始化	90
5.2.2	RIP 路由表更新算法	90
5.2.3	RIP 报文	92

5.2.4	RIP 计时器	93
5.2.5	RIP v2	94
5.2.6	RIP 报文的运输	95
5.3	开放最短路径优先协议	95
5.3.1	OSPF 协议发展背景	95
5.3.2	OSPF 的基本概念	96
5.3.3	OSPF 路由选择	98
5.3.4	OSPF 报文	100
5.4	边界网关协议	106
5.4.1	为什么需要 BGP	106
5.4.2	BGP 路由选择策略	107
5.4.3	BGP 路由表刷新	107
5.4.4	BGP 报文	108
5.5	组播路由选择协议	111
5.5.1	组播路由器	111
5.5.2	Internet 组管理协议	112
5.5.3	距离向量组播路由选择协议	114
5.5.4	组播最短路径优先协议	114
5.6	无类域间路由选择	115
5.6.1	为什么需要 CIDR	115
5.6.2	CIDR 的目标	115
5.6.3	CIDR 路由选择	116
	习题	117

第 6 章	地址解析	118
6.1	地址解析协议	118
6.1.1	两类地址之间的映射方式	118
6.1.2	ARP 报文	119
6.1.3	ARP 工作流程	121
6.1.4	ARP 的 4 种工作情况	121
6.2	逆地址解析协议	122
6.2.1	RARP 的作用	122
6.2.2	RARP 工作原理	123
6.2.3	RARP 报文操作	124
6.3	引导协议	125
6.3.1	引导协议的作用	125
6.3.2	引导协议的报文	125
6.3.3	引导协议的工作流程	127

6.3.4	引导配置文件	128
6.3.5	BOOTP 与 RARP 的比较	129
6.4	动态主机配置协议	129
6.4.1	DHCP 数据库	129
6.4.2	DHCP 工作原理	130
6.4.3	DHCP 报文	130
6.4.4	DHCP 工作流程	131
6.5	组播地址映射	132
6.5.1	MAC 地址	132
6.5.2	IP 组播地址映射	133
	习题	134
第 7 章	局域网	135
7.1	计算机通信网络组成概述	135
7.2	局域网拓扑结构	136
7.3	局域网功能层	137
7.4	以太网技术及发展	138
7.4.1	以太网通信方式	139
7.4.2	以太网	139
7.4.3	快速以太网	143
7.4.4	千兆以太网	144
7.4.5	万兆以太网	145
7.5	无线局域网	145
7.5.1	WLAN 组网方式	146
7.5.2	WLAN 硬件	146
7.5.3	WLAN 参考模型	147
7.6	虚拟局域网	148
7.6.1	引入 VLAN 的必要性	149
7.6.2	VLAN 的主要类型	150
7.6.3	VLAN 帧格式	151
7.7	交换式局域网	151
7.7.1	LAN 交换机结构	151
7.7.2	LAN 交换数据转发	152
7.7.3	LAN 交换重要指标	152
7.8	局域网的互连	153
7.8.1	互连实现方式	153
7.8.2	桥接原理	154
	习题	154

第 8 章 宽带接入网	157
8.1 公共交换电话网	158
8.1.1 PSTN 网络连接关系	158
8.1.2 PSTN 接入设备	158
8.1.3 PSTN 接入网使用的协议	159
8.2 综合业务数字网	160
8.2.1 ISDN 网络连接关系	160
8.2.2 ISDN 设备	161
8.2.3 ISDN 的数据通道	162
8.2.4 ISDN 使用的协议	162
8.3 数字用户线路	163
8.3.1 DSL 的主要类型	163
8.3.2 ADSL 网络连接关系	164
8.3.3 ADSL 网络设备	165
8.3.4 ADSL 使用的协议	165
8.4 点对点专用线路	166
8.5 点对点协议	166
8.5.1 PPP 协议的作用	167
8.5.2 PPP 协议的组成部分	167
8.5.3 PPP 帧结构	168
8.6 新型接入网技术	168
8.6.1 HFC 有线电视网	168
8.6.2 以太网接入网	169
8.6.3 无线接入网	171
习题	172
 第 9 章 传统交换网	 174
9.1 交换技术分类	174
9.1.1 电路交换	175
9.1.2 报文交换	175
9.1.3 分组交换	175
9.2 X.25	176
9.2.1 X.25 网络连接关系	177
9.2.2 X.25 协议栈	177
9.2.3 HDLC 协议	178
9.2.4 X.25 分组	180
9.2.5 X.25 虚电路	181

9.2.6	X.25 多路复用	183
9.3	帧中继	184
9.3.1	帧中继网络连接关系	184
9.3.2	帧中继协议栈	184
9.3.3	帧中继数据帧	184
9.3.4	帧中继交换	186
9.3.5	帧中继全局编址	187
	习题	188
第 10 章	宽带交换网 ATM	189
10.1	ATM 服务分类	190
10.1.1	ATM 服务类别	190
10.1.2	ATM 服务种类	190
10.2	ATM 业务适配	191
10.2.1	业务适配的功能	191
10.2.2	ATM 适配层 AAL	192
10.2.3	AAL 协议	193
10.3	ATM 信元交换	197
10.3.1	ATM 信元结构	197
10.3.2	ATM 信元信道	198
10.3.3	ATM 信元寻址	198
10.3.4	ATM 层功能	199
10.4	ATM 网络接口	200
10.4.1	ATM 接口类型	200
10.4.2	ATM 接口协议参考模型	200
10.4.3	数据格式转换	201
10.5	ATM 地址和本地管理接口	201
10.5.1	ATM 地址	202
10.5.2	ILMI	203
10.6	ATM 连接管理	203
10.6.1	ATM SVC 建立和释放基本过程	204
10.6.2	ATM 信令报文结构	206
10.7	ATM 技术特点	207
	习题	208
第 11 章	传统 IP over ATM 技术	209
11.1	引言	209
11.2	局域网仿真	210

11.2.1	ELAN 逻辑实体	210
11.2.2	ELAN 用户接口参考模型	212
11.2.3	LANE 数据封装	213
11.2.4	LANE 数据帧	214
11.2.5	ELAN 的逻辑连接	216
11.2.6	LANE 初始化	217
11.2.7	ELAN 地址解析	218
11.2.8	ELAN 连接管理	219
11.2.9	ELAN 数据发送	219
11.2.10	LANE V2.0 的新增功能	220
11.2.11	LANE 存在的问题	221
11.3	ATM 上的 IP	221
11.3.1	IPOA 逻辑实体	221
11.3.2	IPOA 参考模型	223
11.3.3	IPOA 数据封装	223
11.3.4	IPOA 地址解析	223
11.3.5	IPOA 网络寻址	225
11.3.6	IPOA 网络连接	226
11.3.7	IPOA 存在的问题	226
11.4	ATM 上的多协议	228
11.4.1	MPOA 逻辑实体	228
11.4.2	MPOA 网络寻址	229
11.4.3	MPOA 数据封装	230
11.4.4	MPOA 初始化配置和地址发现	231
11.4.5	MPOA 流检测	231
11.4.6	MPOA 地址解析	231
11.4.7	MPOA 的组播	235
11.4.8	MPOA 的实质	238
	习题	238
第 12 章	新型宽带交换网技术	240
12.1	引言	240
12.1.1	标记分配驱动方式	240
12.1.2	UNI 协议模型	242
12.2	IP 交换	244
12.2.1	IP 交换机结构	245
12.2.2	Ipsilon 流管理协议	246
12.2.3	通用交换机管理协议	247

12.2.4	IP 交换的数据发送	249
12.2.5	IP 交换的数据封装	250
12.2.6	IP 交换的组播	251
12.3	标签交换	251
12.3.1	标签交换的逻辑组成	252
12.3.2	标签的含义	253
12.3.3	标签管理	254
12.3.4	标签分发协议	255
12.3.5	标签交换的数据发送	257
12.3.6	标签交换的组播	259
12.4	多协议标记交换	260
12.4.1	MPLS 逻辑组成	260
12.4.2	标记的含义	261
12.4.3	标记分发协议	263
12.4.4	标记管理	264
12.4.5	标记交换通道	266
12.4.6	MPLS 数据发送	269
12.5	多协议标记交换的实现	269
12.5.1	多协议标记交换的组播	269
12.5.2	MPLS 在帧中继网络上的实现	271
12.6	光网络上的 IP	272
12.6.1	IP over SDH/SONET	272
12.6.2	IP over WDM	273
12.7	宽带 IP 网络技术比较	274
12.7.1	第 3 层交换特点	274
12.7.2	IP over SDH 的特点	274
12.7.3	IP over WDM 的特点	275
12.7.4	总结	275
	习题	275
第 13 章	网络服务质量	277
13.1	服务质量 QoS 概述	277
13.1.1	服务的含义	277
13.1.2	服务质量的含义	278
13.1.3	QoS 技术内涵	278
13.1.4	QoS 技术类型	278
13.2	集成服务	280

13.2.1	IntServ 实现参考框架	280
13.2.2	IntServ 的服务类型	281
13.2.3	RSVP 资源预留原理	281
13.3	区分服务	282
13.3.1	区分服务的分类	283
13.3.2	服务编码	283
13.3.3	DiffServ 模型的实现机制	283
13.4	子网带宽管理	284
13.4.1	SBM 的含义	284
13.4.2	SBM 的组成	285
13.4.3	SBM 体系结构	285
13.4.4	SBM 控制过程	286
13.5	MPLS 的 QoS	286
13.6	QoS 体系结构	287
13.6.1	QoS 体系结构的含义	287
13.6.2	QoS 技术体系总结	287
	习题	288

第 14 章	网络安全技术	289
14.1	IP 安全体系结构	289
14.1.1	IPSec 概述	289
14.1.2	安全关联	290
14.1.3	认证头部 AH	290
14.1.4	负荷安全封装 ESP	292
14.1.5	因特网密钥交换协议	294
14.2	安全算法	296
14.2.1	加密算法	296
14.2.2	共享密钥产生算法	299
14.2.3	认证算法	300
14.2.4	证书	302
14.2.5	数字签名算法	303
14.3	虚拟专用网	306
14.3.1	VPN 概述	306
14.3.2	基于 L2TP 的 VPN	307
14.3.3	基于 IPSec 的 VPN	308
14.3.4	高层 VPN 的相关协议	308
14.3.5	VPN 典型应用	309

14.4	防火墙	312
14.4.1	防火墙分类	312
14.4.2	防火墙应用	313
习题		315
参考文献		317

第 1 章 计算机网络体系结构

计算机网络诞生和发展的动力是人们对信息交换和资源共享的需求。实现信息交换和资源共享的根本途径是数据通信。计算机网络中的数据通信是个很复杂的过程,需要解决很多问题。计算机网络解决数据通信问题的做法是由若干功能模块联合起来实现这个复杂过程。每个功能模块解决某些特定的问题,各个功能模块协同起来实现数据从发送方到接收方的传输。

目前有两个最有代表性的功能模块划分方法:一个模型是国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)制定的开放系统互连参考模型(open system interconnection reference model, OSIRM),常简记为 OSI;另一个是 Internet 遵循的 TCP/IP 参考模型。之所以称它们为参考模型,是因为它们定义了计算机网络应该具备的功能规范。

本章的重点是介绍 OSI 的结构和相关概念,这些内容是深入学习计算机网络的理论基础。

1.1 OSI 参考模型

1.1.1 OSI 的层次结构

OSI 参考模型包括 7 个功能模块,按照高低层次排列,形成一个层次结构模型,如图 1-1 所示。

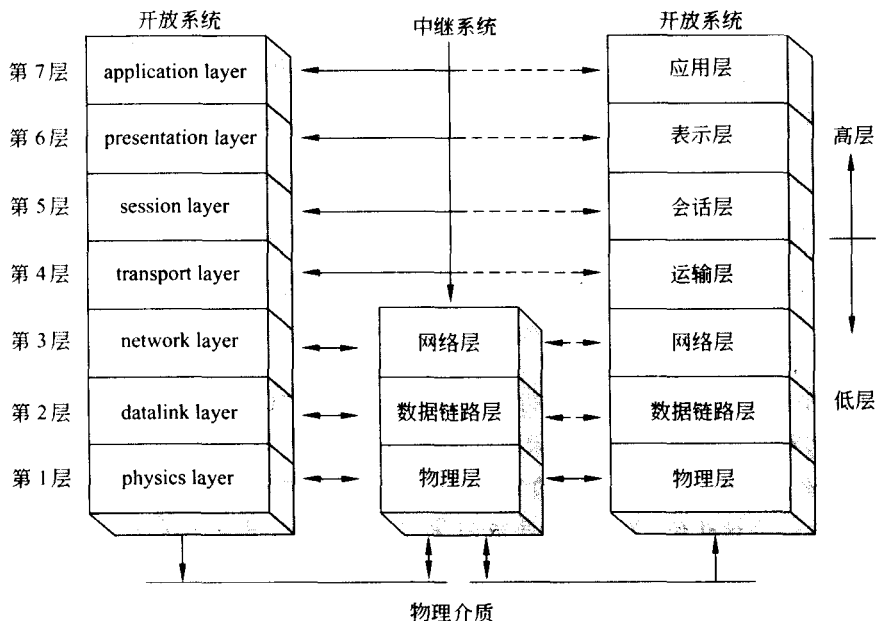


图 1-1 开放系统互连参考模型