



高职高专 **立体化教材** 计算机系列

# 网络工程规划与设计

WANGLUO GONGCHENG GUIHUA YU SHEJI

张殿明 主 编  
徐 涛 李永前 牟建中 副主编

赠送电子课件及  
其他立体化资源



清华大学出版社

高职高专立体化教材 计算机系列

# 网络工程规划与设计

张殿明 主 编

徐 涛 李永前 牟建中 副主编

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书全面、系统地介绍了网络工程设计的理论、技术和方法,主要涉及网络工程设计基本知识、高速局域网设计、广域接入网设计、服务器系统设计、网络存储与备份设计、网络安全设计以及当前各种新型的网络工程技术的应用(如3G网络设计、网格设计)等内容。可为读者提供大中型企业网、广域接入网、企业资源服务器与网络存储、网络安全接入等技术方案。本书内容丰富、图文并茂、深入浅出,对于帮助读者全面掌握网络工程设计方法,提高网络工程应用能力颇具实用价值。

本书适合作为高等职业院校计算机、电子商务、网络通信类专业网络设计课程的教学用书,也可作为培养企业网络信息化人才的实用教材,以及作为网络工程师、网络管理人员的实用参考书。

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 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

网络工程规划与设计/张殿明主编.徐涛,李永前,牟建中副主编.一北京:清华大学出版社,2010.9  
(高职高专立体化教材 计算机系列)

ISBN 978-7-302-23445-6

I. ①网… II. ①张… ②徐… ③李… ④牟… III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第154068号

责任编辑:石伟 宋延清

封面设计:山鹰工作室

版式设计:杨玉兰

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京季蜂印刷有限公司

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:17.75 字 数:424千字

版 次:2010年9月第1版 印 次:2010年9月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00元

产品编号:030830-01

# 前 言

本书是根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》、教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》、《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件的精神，和清华大学出版社“高职高专计算机网络化立体教材”的出版规划，由清华大学出版社组织编写的高职高专网络化立体教材。目的是利用网络等现代技术手段实现课程立体化教材的资源共享，解决国内教材建设工作中存在的教材内容更新滞后于学科发展的状况；把各种相互作用、相互联系的媒体和资源有机地整合，形成立体化教材；把教学资料以知识点为单位，通过文字、图形、图像、音频、视频、动画等各种形式，按科学的存储策略组织起来，为高职高专教学提供一整套解决方案。

本书以通俗易懂的形式，从不同侧面，全面讲述了网络工程规划设计的相关知识，共分为 8 章，其主要内容为：第 1 章介绍网络工程设计基础，第 2 章介绍高速局域网规划设计，第 3 章介绍广域接入网设计，第 4 章介绍服务器系统设计，第 5 章介绍网络存储与备份设计，第 6 章介绍网络安全设计，第 7 章为新型网络工程技术简介，第 8 章介绍网络工程管理与验收。

本书在编写中注重学生应用能力、分析能力和基本技能的培养，突出了高职、高专学生的培养目标，淡化理论的叙述，突出了学生实践技能的培养。

本书注重内容的通用性、先进性和实用性。教材内容在反映新知识、新技术的同时，加强对当前著名商业网站的介绍，保证学生能够获取跟实际紧密联系的知识和技能。

本书适应高职高专学生的实际知识水平，注重学生专业的发展和就业的需要，各章均从基础知识入手，循序渐进，有效激发学生的学习兴趣，理论学习和实践操作相结合，提高动手实践能力。

本书在编写、修改过程中，有企业、行业的专家亲自参与，实用性和实时性强，内容更贴近网络工程实际，是一本典型的校企合作开发教材。

本书由山东水利职业学院张殿明任主编，负责策划、组织编写、修改校对和统稿工作；徐涛，李永前，牟建中任本书副主编。第 1 章由山东水利职业学院李永前编写，第 2 章由山东水利职业学院张殿明编写，第 3 章由中国网通日照市分公司工程部郭晓峰编写，第 4 章由日照市海博网络工程有限公司牟建中编写，第 5、6 章由黑龙江农业职业技术学院徐涛编写，第 7 章由黑龙江农业职业技术学院王来丽编写，第 8 章由黑龙江农业职业技术学院柳雲莉编写。

由于编者水平有限，书中难免存在一些差错和问题，希望读者批评指正。

编 者

2010 年 6 月

# 目 录

<b>第 1 章 网络工程设计基础</b> ..... 1	
1.1 网络工程设计概述..... 1	
1.1.1 网络工程设计概念..... 1	
1.1.2 网络工程设计目标..... 1	
1.1.3 网络工程标准..... 2	
1.2 网络结构与协议..... 3	
1.2.1 OSI 参考模型..... 3	
1.2.2 TCP/IP 体系结构..... 7	
1.2.3 网络拓扑结构..... 9	
1.2.4 IPv4 协议和 IPv6 协议..... 12	
1.3 网络工程需求分析..... 17	
1.3.1 网络工程人员..... 17	
1.3.2 需求分析..... 17	
1.3.3 可行性分析..... 18	
1.3.4 网络工程设计方案..... 19	
1.4 网络工程设计方法..... 21	
1.4.1 网络物理拓扑结构..... 21	
1.4.2 网络系统的层次划分..... 22	
1.4.3 有线网与无线网..... 23	
1.4.4 服务器布置策略..... 23	
1.4.5 网络安全措施..... 28	
1.4.6 网络工程设计与实施 步骤..... 30	
综合练习 1..... 32	
<b>第 2 章 高速局域网规划设计</b> ..... 33	
2.1 高速以太网技术概述..... 33	
2.1.1 以太网技术发展简介..... 33	
2.1.2 以太网技术标准..... 34	
2.1.3 万兆以太网..... 36	
2.1.4 光以太网..... 38	
2.1.5 光接入网络技术..... 40	
2.2 以太网设备..... 43	
2.2.1 网络传输介质互连 设备..... 43	
2.2.2 网络物理层互连设备..... 44	
2.2.3 数据链路层互连设备..... 45	
2.2.4 网络层互连设备..... 45	
2.2.5 应用层互连设备..... 46	
2.3 网络多层交换与互连..... 46	
2.3.1 VLAN 的设计..... 46	
2.3.2 多层交换技术..... 47	
2.4 无线局域网设计..... 53	
2.4.1 无线通信技术简介..... 53	
2.4.2 无线局域网的组建..... 56	
2.4.3 无线局域网的管理..... 60	
2.5 企业网设计与安装实例..... 65	
2.5.1 企业网需求分析..... 65	
2.5.2 企业网整体设计..... 66	
综合练习 2..... 71	
实训 1 双机互连及网络资源共享..... 72	
<b>第 3 章 广域接入网设计</b> ..... 73	
3.1 广域网基本知识..... 73	
3.1.1 广域网设备..... 73	
3.1.2 广域网标准..... 73	
3.1.3 广域网帧封装格式..... 74	
3.2 广域网接入技术..... 75	
3.2.1 电话网..... 75	
3.2.2 数字数据网..... 77	
3.2.3 ISDN..... 78	
3.2.4 分组交换网..... 81	
3.2.5 帧中继..... 82	
3.2.6 SDH 技术..... 84	
3.3 路由器..... 85	
3.3.1 路由器概述..... 85	
3.3.2 路由器的工作原理..... 86	
3.3.3 路由器的作用..... 86	
3.3.4 路由器的类型..... 87	
3.3.5 路由器体系结构..... 89	

3.3.6	配置与调试.....	90	4.4.1	集群与热备的相关 概念.....	139
3.4	广域网设计.....	94	4.4.2	双机热备的实现模式.....	140
3.4.1	小型企业广域网接入的网络 拓扑结构设计.....	94	4.4.3	网络服务器集群技术.....	144
3.4.2	ISDN 广域网接入的网络拓 扑结构设计.....	96	4.4.4	网络服务器集群的技术 实现.....	145
3.4.3	X.25 广域网接入的网络拓 扑结构设计.....	98	4.5	服务器双机热备实例.....	146
3.4.4	FR 广域网连接拓扑结构 设计.....	100	4.5.1	基于 DM 数据库服务器双机 热备解决方案.....	146
3.4.5	ATM 广域网连接拓扑结构 设计.....	102	4.5.2	IBM 双机热备方案.....	149
3.4.6	光纤接入网广域网连接拓扑 结构设计.....	104	综合练习 4.....		152
3.4.7	无线接入广域网连接拓扑 结构设计.....	108	实训 3 网络存储与备份解决方案.....		152
综合练习 3.....		111	实训 3.1 安装和启动 Backup Exec 服务器和远程代理软件 Remote Agent.....		152
实训 2 广域网 PAP 和 CHAP 配置.....		112	实训 3.2 使用 Backup Exec 远程 备份和恢复数据.....		153
<b>第 4 章 服务器系统设计.....</b>		<b>116</b>	<b>第 5 章 网络存储与备份设计.....</b>		<b>154</b>
4.1 服务器的基本知识.....		116	5.1 网络存储技术.....		154
4.1.1 服务器的分类及对比.....		116	5.1.1 传统存储技术.....		154
4.1.2 决定服务器优劣的技术.....		119	5.1.2 网络附加存储技术.....		155
4.1.3 衡量服务器性能的基准 测试.....		119	5.1.3 存储区域技术.....		158
4.1.4 内存技术.....		120	5.1.4 NAS 与 SAN 的比较.....		159
4.1.5 多路处理技术.....		123	5.1.5 iSCSI 技术.....		160
4.2 Web 服务系统的架构.....		124	5.2 网络存储系统设计.....		162
4.2.1 Browser/Server 体系 架构.....		124	5.2.1 中小型网络存储技术.....		162
4.2.2 Client/Server 体系架构.....		125	5.2.2 NAS 存储案例.....		164
4.2.3 C/S 与 B/S 的区别.....		126	5.2.3 SAN 存储案例.....		166
4.2.4 SOA.....		127	5.3 数据备份与恢复.....		168
4.3 服务器软件与硬件的选择.....		129	5.3.1 备份与恢复的概念.....		168
4.3.1 服务器的性能与配置.....		129	5.3.2 数据备份的类型.....		169
4.3.2 网络服务器选择.....		130	5.3.3 网络存储备份技术.....		170
4.3.3 网络操作系统选择.....		133	5.4 中小型网络数据备份.....		171
4.3.4 网络数据库选择.....		133	5.4.1 备份设备和介质.....		171
4.4 服务器双机集群与热备.....		139	5.4.2 产品的选择.....		173
			5.4.3 备份软件.....		175
			5.4.4 数据备份方案.....		178
			综合练习 5.....		179

实训 4 备份软件的使用.....	179	7.2.5 网格的应用.....	238
<b>第 6 章 网络安全设计.....</b>	<b>180</b>	综合练习 7.....	241
6.1 网络安全设计的原则.....	180	实训 6 网格开发工具 Globus Toolkit 3.0	
6.2 网络安全威胁与防范.....	182	的使用.....	241
6.2.1 网络威胁与防范.....	182	<b>第 8 章 网络工程管理与验收.....</b>	<b>242</b>
6.2.2 服务器威胁与防范.....	183	8.1 网络工程质量管埋.....	242
6.2.3 常用网络安全技术.....	185	8.1.1 ISO9001 质量管理.....	242
6.2.4 安全事件响应小组.....	187	8.1.2 网络工程项目质量控制	
6.3 网络安全接入与认证.....	190	环节.....	243
6.3.1 802.1x 协议及工作机制.....	190	8.1.3 网络工程项目质量指标	
6.3.2 RADIUS 的认证.....	192	体系.....	244
6.3.3 802.1x 的认证.....	193	8.1.4 网络工程项目质量控制	
6.3.4 认证方式比较.....	194	方法.....	244
6.3.5 802.1x + RADIUS 的应用		8.1.5 网络工程项目监理.....	245
案例.....	194	8.2 网络工程成本及效益分析.....	246
6.4 操作系统安全设计.....	195	8.2.1 网络工程项目成本测算.....	246
6.5 Web 服务器安全设计.....	199	8.2.2 网络工程项目时间估算.....	249
6.6 网络边界安全设计.....	200	8.2.3 网络工程项目的效益与	
6.6.1 防火墙和路由器.....	200	风险.....	252
6.6.2 使用网络 DMZ.....	202	8.3 网络故障的诊断与排除.....	252
6.6.3 ACL.....	203	8.3.1 网络故障概述.....	252
6.6.4 扩展 ACL 的应用.....	206	8.3.2 常用命令行网络诊断工具.....	254
综合练习 6.....	208	8.3.3 命令行网络诊断工具的	
实训 5 加固操作系统的安全.....	208	应用.....	259
<b>第 7 章 新型网络工程技术简介.....</b>	<b>210</b>	8.4 网络工程验收.....	264
7.1 3G 网络.....	210	8.4.1 网络工程现场验收测试.....	264
7.1.1 3G 网络概述.....	210	8.4.2 网络设备验收.....	267
7.1.2 国内外发展现状.....	211	8.4.3 网络系统试运行.....	267
7.1.3 3G 网络的规划设计		8.4.4 网络工程的最终验收.....	267
思想.....	213	8.4.5 网络工程的交接和维护.....	267
7.1.4 3G 网络的应用.....	213	8.5 网络工程评估.....	268
7.2 网格.....	216	8.5.1 评估基本知识.....	268
7.2.1 网格的定义及现状.....	216	8.5.2 网络健壮性评估.....	269
7.2.2 网格的典型体系结构.....	217	8.5.3 网络安全性评估.....	270
7.2.3 网格计算.....	225	综合练习 8.....	271
7.2.4 网格计算实例——Globus 的		实训 7 网络故障诊断命令的使用.....	271
体系结构.....	226	<b>参考文献.....</b>	<b>273</b>

# 第 1 章 网络工程设计基础

## 【本章要点】

本章对用系统集成方法进行计算机网络工程设计所涉及的一些基本概念、基本过程进行定义和讨论；帮助读者深刻理解网络工程的系统，网络工程设计的各个过程。读者应了解网络工程系统集成的步骤，理解网络工程设计的一般过程；应重视网络系统的层次模型对网络工程的指导作用；同时要了解网络工程文档及其招标和投标工作的重要性；最后应当能够对网络工程项目进行规划和设计。

## 1.1 网络工程设计概述

在进行网络工程设计时，网络工程设计者首先要搞清楚网络技术集成、网络设备集成和网络应用集成三方面的要求；其次，将用户方的需求用网络工程的语言表述出来，使用户理解设计者所做的工作。

### 1.1.1 网络工程设计概念

计算机网络工程是指为了达到一定的应用目标，根据相关的标准和规范，通过详细的分析、规划和设计，按照可行性的设计方案，将计算机网络技术、系统、管理高效地集成到一起的工程。

计算机网络工程也可简单地描述为将系统化的、规范的、可度量的方法应用于网络系统的设计、建造和维护的过程。即将工程化应用于网络系统之中。

### 1.1.2 网络工程设计目标

网络设计遵循技术和行业标准的指导原则，确保设计的解决方案满足网络建设的需要，并符合 IT 建设的标准，为将来的网络升级提供向后兼容能力。在整体方案设计中，遵循功能性、可扩展性、适应性和管理性原则。

#### 1. 有效性和可靠性

网络的有效性和可靠性即它的可连续运行性是网络建设必须考虑的首要原则，从用户的角度考虑，当网络服务不再提供时，不管是何种原因，网络就失去了实际价值。从另一角度看，当某种网络服务的响应时间变幻莫测时，网络系统也不可靠了。在网络设计上要考虑以下的技术。

(1) 选择的网络设备必须具有良好的可靠性保证，具有可热插拔的模块，具有快速的恢复机制等。

(2) 冗余及负载均衡的电源系统。

(3) 其他关键设备的冗余，如控制模块的冗余、负载均衡的网络链路冗余，以确保不



因为单条线路的故障而导致整个网络系统的失效，而且应当确保在某条线路故障时对系统性能的影响也最小。

## 2. 灵活性和扩展性

随着计算机应用的日益普及和进步，对网络系统的可伸缩性要求成为网络设计的一个重要考虑。一个设计良好的网络系统应能方便地对其规模或技术进行扩充。用户对网络资源的需求经常随着应用而发生变化，系统应具有一定的灵活性，可以为满足用户的不同需求而进行灵活的系统配置和资源的再分配。

网络将会是一个不断增长的网路，包括它的规模，它的应用范围和服务内容将随着计算机应用的不断普及而不断增加，因此在网络设计上必须非常重视网络的扩展能力。网络的扩展包括如下内容。

(1) 网络规模的扩展：包括网络的地理分布，用户数。

(2) 应用内容的扩展：包括视频和语音服务也会不断加入到 IP 网络中，这就要求主干网络设备必须具有多种业务支持能力。

(3) 网络容量的扩展：随着规模和应用的扩展，网络的传输容量也必须能相应地增加。

在网络设备选择上，模块化的系统在可伸缩性上亦有着固定式系统无法比拟的优越性。整个系统的性能将能随着模块数量的增加而得到相应的增加，因此也就更能适应不同规模网络对设备的要求。模块化的网络设备在多种技术的适应能力上也具有相当大的灵活性。网络系统具有统一的系统平台，具有平滑升级的能力，使系统能满足各种用户对应用处理不同程度的需求，以及逐步升级的发展规划，以节约投资，避免系统性能的闲置和浪费。

## 3. 开放性和先进性

系统具有开放性，意味着遵循计算机系统和网络系统所共同遵循的标准。主干网络的特点注定系统应具备与其他系统和网络互操作和互连的能力。以实现内部各系统之间，以及有关其他领域的交流，如与 Internet 的互连，与各外地分支网络的互连等。开放性还意味着更多的选择和最佳的性能价格比，有利于在众多满足同一开放性标准的硬件、软件系统中选择最符合要求的产品，同时可以保证在不降低性能的前提下使用第三方的标准的产品以降低用户投入成本。

## 4. 可管理性和可维护性

在一个网络系统中，网络管理已经越来越受到人们的重视。因为它关系到网络系统的使用效率、维护、监控甚至系统资源的再分配。

网络管理对系统的重要性越来越大，这是由于系统对网络环境的依赖性不断增加而引起的，一方面由于网络中断而使业务被迫中止造成的损失会越来越大；另一方面由于越来越多的用户连入网络，对网络管理的要求提高了，以确保网络达到最高的效率。

### 1.1.3 网络工程标准

计算机网络的体系结构和国际标准化组织(ISO)提出的开放系统互连参考模型(OSI)已得到广泛认同，并提供了一个便于理解、易于开发和加强标准化的统一的计算机网络体系结构。

IEEE 802.3 标准是一种永久载波传感多路访问局域网。其基本思想是：当有一个站希望发送时就监听电缆。如果此时电缆忙，该站就等待，直到电缆空闲后再发送；如果在一根空闲电缆上有两个或多个站同时开始传送，便会产生冲突。所发生冲突的站都结束发送，等待时机，然后再重复上述整个过程。

所有 IEEE 802 实现的产品都直接使用曼彻斯特编码。IEEE 802 允许的最大电缆长度为 500 米，为了使网络扩展到较大范围，多根电缆可以用中继器联接起来。一个系统可以有段电缆和多个中继器，但两个收发器之间不能超过 2.5 公里，任何两个收发器之间的路径上不能跨过多于 4 个中继器。IEEE 802.3 是基于概率统计的媒体访问控制协议，某个站的运气稍差一点其发送一个帧可能要等任意长的时间。另外 IEEE 802.3 的帧没有优先级，因而 IEEE 802.3 不适应实时系统。

网络产品符合 IEEE 802.3 标准的以太网(Ethernet)，其拓扑结构是总线型的，访问控制采用 CSMA/CD 方式，传输速率为 10Mbps。

除此之外，在双绞线以太网的基础上发展起来的快速以太网(100Base-T)，符合 IEEE 802.3u 标准。IEEE 802.3u 标准与 IEEE 802.3(10Base-T)标准在媒体访问方法、协议和数据帧结构方面基本相同，不同的是 IEEE 802.3u 标准在速度上进行了升级。在拓扑结构上，快速以太网不是总线型拓扑结构，而是采用星型拓扑结构，快速以太网支持全双工方式，使得实际数据传输速率能够达到 200Mbps。快速以太网可使原来 10Base-T 以太网的用户在不改变网络布线、网络管理、检测技术以及网络管理软件的情况下，顺利地向 100Mbps 快速以太网升级。

## 1.2 网络结构与协议

网络协议对于计算机网络来说是必不可少的。不同结构的网络，不同厂家的网络产品，所使用的协议也不一样，但都遵循一些协议标准，这样便于不同厂家的网络产品进行互连。一个功能完善的计算机网络需要制定一套复杂的协议集合，对于这种协议集合，最好的组织方式是层次结构模型。我们将计算机网络层次结构模型与各层协议的集合定义为计算机网络体系结构。

### 1.2.1 OSI 参考模型

#### 1. OSI 参考模型的提出

1974 年，ISO 发布了著名的 ISO/IEC 7498 标准，它定义了网络互连的 7 层框架，也就是开放系统互连(Open System Interconnection, OSI)参考模型。在 OSI 框架下，进一步详细规定了每层的功能，以实现开放系统环境中的互连(Interconnection)和互操作(Interoperation)，及应用的移植性(Portability)。CCITT 的建议书 X.400 也定义了一些相似的内容。

#### 2. OSI 参考模型的概念

在 OSI 中的“开放”是指只要遵循 OSI 标准，一个系统就可以与位于世界上任何地方、

遵循同一标准的其他任何系统进行通信。在 OSI 标准的制定过程中，采用的方法是将整个庞大而复杂的问题划分为若干个容易处理的小问题，这就是分层的体系结构方法。

### 3. 在 OSI 标准中，采用的是三级抽象

三级包括：

- 体系结构(Architecture)。
- 服务定义(Service Definition)。
- 协议规格说明(Protocol Specification)。

OSI 参考模型定义了开放系统的层次结构，层次之间的相互关系及各层所包括的可能的服务。它是作为一个框架来协调和组织各层协议的制定，也是对网络内部结构最精练的概括与描述。

OSI 的服务定义详细地说明了各层所提供的服务。某一层的服务就是该层及其以下各层的一种能力，它通过接口提供给更高一层。各层所提供的服务与这些服务是怎样实现的无关。同时，各种服务定义还定义了层与层之间的接口与各层使用的原语，但不涉及接口是怎样实现的。

OSI 标准中的各种协议精确地定义了应当发送什么样的控制信息，以及应当用什么样的过程来解释这个控制信息。协议的规程说明具有最严格的约束。

OSI 参考模型并没有提供一个可以实现的方法。OSI 参考模型只是描述了一些概念，用来协调进程间通信标准的制定。在 OSI 的范围内，只有各种协议是可以被实现的，而各种产品只有和 OSI 的协议相一致时才能互连。也就是说，OSI 参考模型并不是一个标准，而是一个在制定标准时所使用的概念性的框架。

### 4. OSI 参考模型的结构

OSI 是分层体系结构的一个实例，每一层是一个模块，用于执行某种主要功能，并具有自己的一套通信指令格式(称为协议)。用于相同层的两个功能间通信的协议称为对等协议。根据分而治之的原则，ISO 将整个通信功能划分为 7 个层次。

### 5. 划分层次的主要原则

划分层次的主要原则如下。

- (1) 网中各结点都具有相同的层次。
- (2) 不同结点的同等层具有相同的功能。
- (3) 同一结点内相邻层之间通过接口通信。
- (4) 每一层可以使用下层提供的服务，并向其上层提供服务。
- (5) 不同结点的同等层通过协议来实现对等层之间的通信。

OSI 参考模型的结构如图 1.1 所示。将信息从一层传送到下一层是通过命令方式实现的，这里的命令称为原语(Primitive)。被传送的信息称为协议数据单元(Protocol Data Unit, PDU)。在 PDU 进入下层之前，会在 PDU 中加入新的控制信息，这种控制信息称为协议控制信息(Protocol Control Information, PCI)。接下来，会在 PDU 中加入发送给下层的指令，这些指令称为接口控制信息(Interface Control Information, ICI)。PDU、PCI 与 ICI 共同组成了接口数据单元(Interface Data Unit, IDU)。下层接收到 IDU 后，就会从 IDU 中去掉 ICI，

这时的数据包被称为服务数据单元(Service Data Unit, SDU)。随着 SDU 一层层向下传送, 每一层都要加入自己的信息。

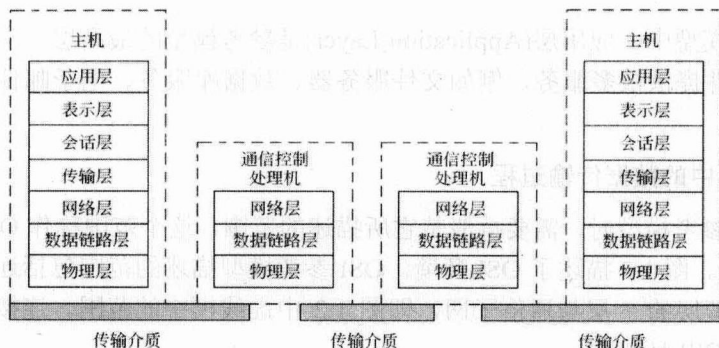


图 1.1 OSI 参考模型的结构

## 6. OSI 参考模型各层的功能

### (1) 物理层

在 OSI 参考模型中, 物理层(Physical Layer)是参考模型的最低层。该层是网络通信的数据传输介质, 由连接不同结点的电缆与设备共同构成。物理层的主要功能是: 利用传输介质为数据链路层提供物理连接, 负责处理数据传输率并监控数据出错率, 以便能够实现数据流的透明传输。

### (2) 数据链路层

在 OSI 参考模型中, 数据链路层(Data Link Layer)是参考模型的第 2 层。数据链路层的主要功能是: 在物理层提供的服务基础上, 数据链路层在通信的实体间建立数据链路连接, 传输以“帧”为单位的数据包, 并采用差错控制与流量控制方法, 使有差错的物理线路变成无差错的数据链路。

### (3) 网络层

在 OSI 参考模型中, 网络层(Network Layer)是参考模型的第 3 层。网络层的主要功能是: 为数据在结点之间传输创建逻辑链路, 通过路由选择算法为分组通过通信子网选择最适当的路径, 以及实现拥塞控制、网络互连等功能。

### (4) 传输层

在 OSI 参考模型中, 传输层(Transport Layer)是参考模型的第 4 层。传输层的主要功能是: 向用户提供可靠的端到端(end-to-end)服务, 处理数据包错误、数据包次序, 以及其他一些关键传输问题。传输层向高层屏蔽了下层数据通信的细节, 因此, 它是计算机通信体系结构中关键的一层。

### (5) 会话层

在 OSI 参考模型中, 会话层(Session Layer)是参考模型的第 5 层。会话层的主要功能是: 负责维护两个结点之间的传输链接, 以便确保点到点传输不中断, 以及管理数据交换等功能。

### (6) 表示层

在 OSI 参考模型中, 表示层(Presentation Layer)是参考模型的第 6 层。表示层的主要功

能是：用于处理在两个通信系统中交换信息的表示方式，主要包括数据格式变换，数据加密与解密，数据压缩与恢复等功能。

### (7) 应用层

在 OSI 参考模型中，应用层(Application Layer)是参考模型的最高层。应用层的主要功能是：为应用软件提供很多服务，例如文件服务器、数据库服务、电子邮件与其他网络软件服务。

## 7. OSI 环境中的数据传输过程

在研究 OSI 参考模型时，需要搞清楚它所描述的范围，这个范围称作 OSI 环境(OSIE, OSI Environment)。图 1.2 描述了 OSI 环境。OSI 参考模型描述的范围包括连网计算机系统中的应用层到物理层的 7 层与通信子网，即图 1.2 中虚线框中的范围。连接结点的物理传输介质不包括在 OSI 环境内。

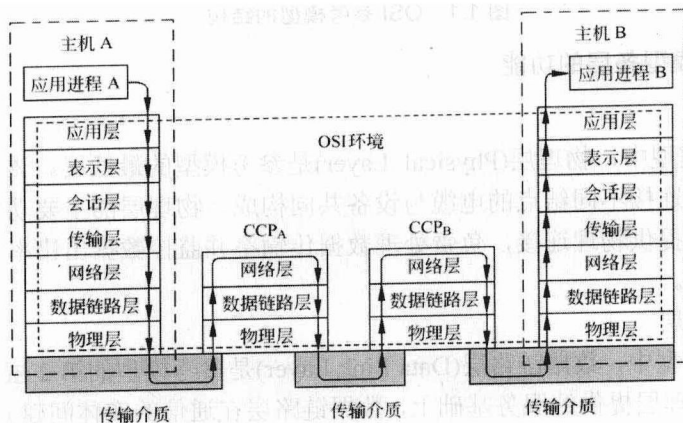


图 1.2 OSI 环境

主机 A 和主机 B 在连入计算机网络之前，不需要有实现从应用层到物理层的 7 层功能的硬件与软件。如果它们希望连入计算机网络，就必须增加相应的硬件和软件。一般来说，物理层、数据链路层与网络层大部分可以由硬件方式来实现，而高层基本上是通过软件方式来实现的。

假设应用进程 A 要与应用进程 B 交换数据。进程 A 与进程 B 分别处于主机 A 与计算机 B 的本地系统环境中，即处于 OSI 环境之外。进程 A 首先要通过本地的计算机系统来调用实现应用层功能的软件模块，应用层模块将主机 A 的通信请求传送到表示层；表示层再向会话层传送，直至物理层。物理层通过连接主机 A 与通信控制处理机(CCP<sub>A</sub>)的传输介质，将数据传送到 CCP<sub>A</sub>。

CCP<sub>A</sub> 的物理层接收到主机 A 传送的数据后，通过数据链路层检查是否存在传输错误；如果没有错误的话，CCP<sub>A</sub> 通过它的网络层来确定下面应该把数据传送到哪一个 CCP。如果通过路径选择算法，确定下一个结点是 CCP<sub>B</sub> 的话，那么 CCP<sub>A</sub> 就将数据传送到 CCP<sub>B</sub>。CCP<sub>B</sub> 采用同样的方法，将数据传送到主机 B。主机 B 将接收到的数据，从物理层逐层向高层传送，直至主机 B 的应用层。应用层再将数据传送给主机 B 的进程 B。

OSI 环境中的数据流如图 1.3 所示。

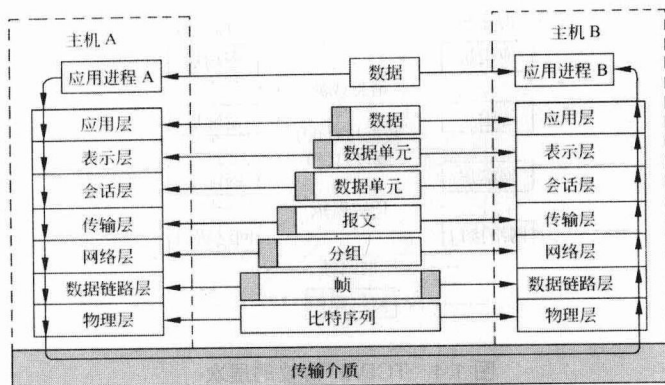


图 1.3 OSI 环境中的数据流

OSI 环境中的数据运输过程包括以下几步：当应用进程 A 的数据传送到应用层时，应用层为数据加上本层控制报头后，组织成应用层的数据服务单元，然后再传输到表示层。表示层接收到这个数据单元后，加上本层的控制报头，组成表示层的数据服务单元，再传送到会话层，依此类推，数据传送到传输层；传输层接收到这个数据单元后，加上本层的控制报头，就构成了传输层的数据服务单元，它被称为报文(Message)。

传输层的报文传送到网络层时，由于网络层数据单元的长度有限制，传输层长报文将被分成多个较短的数据字段，加上网络层的控制报头，就构成了网络层的数据服务单元，它被称为分组(Packet)。网络层的分组传送到数据链路层时，加上数据链路层的控制信息，就构成了数据链路层的数据服务单元，它被称为帧(Frame)。数据链路层的帧传送到物理层后，物理层将以比特流的方式通过传输介质传输出去。当比特流到达目的结点主机 B 时，再从物理层依层上传，每层对各层的控制报头进行处理，将用户数据上交高层，最终将进程 A 的数据送给主机 B 的进程 B。

尽管应用进程 A 的数据在 OSI 环境中经过复杂的处理过程，才能送到另一台计算机的应用进程 B，但对于每台计算机的应用进程来说，OSI 环境中数据流的复杂处理过程是透明的。应用进程 A 的数据好像是“直接”传送给应用进程 B，这就是开放系统在网络通信过程中最本质的作用。

## 1.2.2 TCP/IP 体系结构

### 1. TCP/IP 体系结构

计算机网络体系结构由网络协议和计算机网络层次组成。计算机网络是一个复杂的系统，网络体系结构采用层次结构，不同系统中的同一层靠同等层协议通信。目前在因特网中使用的 TCP/IP 网络体系结构就是层次结构，分为四个层次：网络接口层(Network Interface Layer)，网络层(Internet Layer)，传输层(Transport Layer)和应用层(Application Layer)。TCP/IP 协议的层次如图 1.4 所示。

(1) 网络接口层用于控制对本地局域网或广域网的访问，如以太网(Ethernet Network)、令牌环网(Token Ring)、分组交换网(X.25 网)、数字数据网(DDN)等。

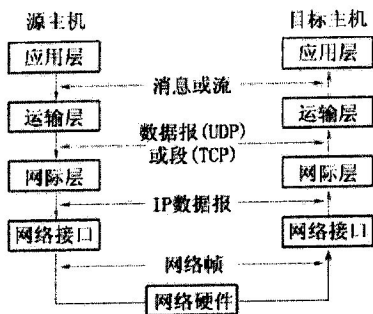


图 1.4 TCP/IP 协议的层次

(2) 网络层负责解决一台计算机与另一台计算机之间的通信问题，该层的协议主要为 IP 协议，也称为互联网协议，用 IP 地址标识互联网中的网络和主机，IP 协议存放在主机和网间互联设备中。

(3) 传输层负责端到端的通信，TCP 协议是该层的主要协议，它只存在于主机中，提供面向连接的服务，通信时，须先建立一条 TCP 连接，用于提供可靠的端到端数据传输。该层的用户数据报协议(UDP)也是常用的传输层协议，提供无连接的服务。

(4) 应用层包括若干网络应用协议，应用层的协议有 FTP、SMTP、HTTP、SNMP 等，人们在 Internet 上浏览 WWW 信息、发送电子邮件、传输数据时就用到了一些协议，应用层的协议只在主机上实现。

## 2. TCP/IP 协议与 OSI 参考模型的比较

TCP/IP 协议与 OSI 模型的一个重要区别是可靠性问题，OSI 模型在所有各层都进行差错校验和处理；而 TCP/IP 仅在 TCP 层，即仅在端到端进行差错控制，在安全性方面存在一些不足。国际标准化组织制定的著名的“开放系统互连参考模型”OSI 分为 7 个层次。TCP/IP 协议与 OSI 模型的关系如图 1.5 所示。

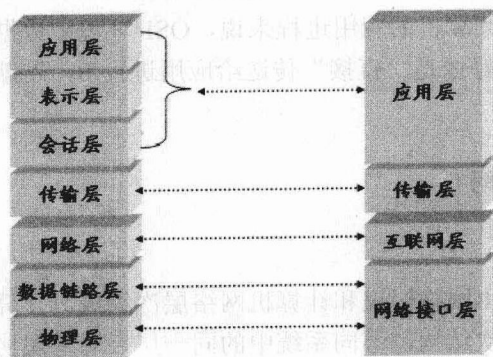


图 1.5 TCP/IP 协议与 OSI 参考模型

(1) 相同点：

- 都是基于独立的协议栈概念。
- 两者都有功能相似的应用层、传输层、网络层。

(2) 不同点:

- 在 OSI 模型中, 严格地定义了服务、接口、协议; 在 TCP/IP 模型中, 并没有严格区分服务、接口与协议。
- OSI 模型支持非连接和面向连接的网络层通信, 但在传输层只支持面向连接的通信; TCP/IP 模型只支持非连接的网络层通信, 但在传输层有支持非连接和面向连接的两种协议可供用户选择。
- TCP/IP 模型中不区分、甚至不提起物理层和数据链路层。

### 1.2.3 网络拓扑结构

网络拓扑是指网络中各个端点相互连接的方法和形式。网络拓扑结构反映了组网的一种几何形式。

局域网的拓扑结构主要有总线型、星型、环型、网状以及混合型拓扑结构。

#### 1. 总线型网络结构

总线型拓扑结构采用单根数据传输线作为通信介质, 所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到通信介质。

总线型网络结构如图 1.6 所示。

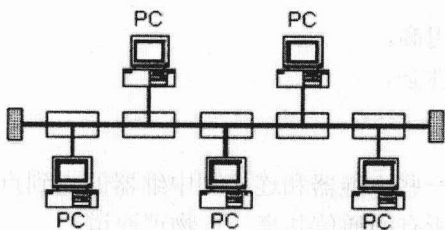


图 1.6 总线型网络结构

(1) 主要优点有:

- 布线容易、电缆用量小。
- 可靠性高。
- 易于扩充。
- 易于安装。

(2) 总线型拓扑结构局限性:

- 故障诊断困难。
- 故障隔离困难。
- 中继器配置。
- 通信介质或中间某一接口点出现故障时, 整个网络随即瘫痪。

#### 2. 星型网络结构

星型结构的网络中, 每一台设备都通过传输介质与中心设备相连, 而且每一台设备只能与中心设备交换数据。



星型网络结构如图 1.7 所示。

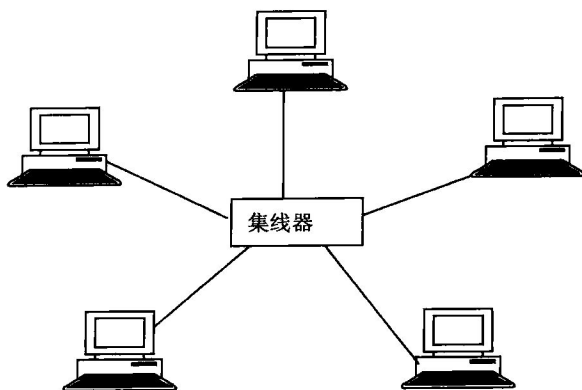


图 1.7 星型网络结构

(1) 星型拓扑结构的优点为：

- 可靠性高。
- 方便服务。
- 故障诊断容易。

(2) 星型拓扑结构的缺点为：

- 扩展困难、安装费用高。
- 对中央节点的依赖性强。

### 3. 环形网络结构

环型拓扑结构网络是由一些中继器和连接到中继器的点到点链路组成的一个闭合环。在环型拓扑结构的网络中，所有的通信共享一条物理通道。

环形网络结构如图 1.8 所示。

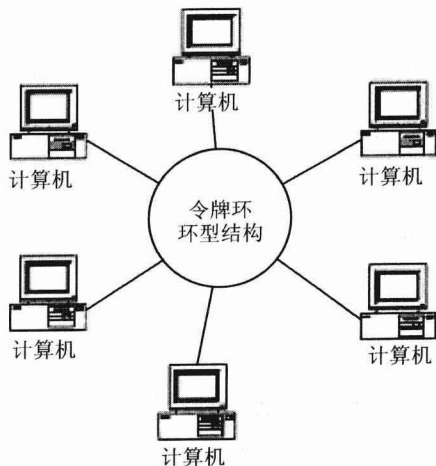


图 1.8 环形网络结构

(1) 环型拓扑结构具有以下优点：