

基于工作过程的学习领域系列教材

# 网络设备 安装与调试

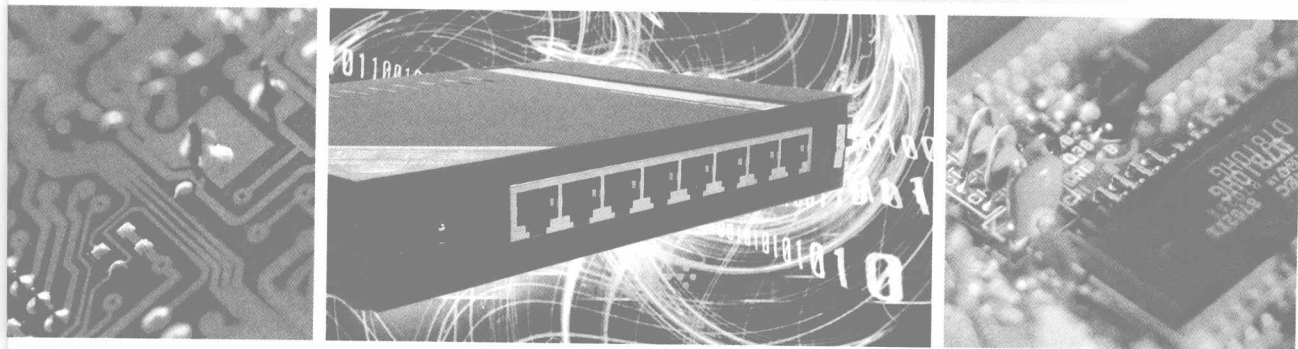


电子行业职业技能鉴定指导中心 组编  
教育部高职高专电子信息类专业教学指导委员会 审

WANGLUO SHEBEI  
ANZHUANG YU TIAOSHI

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# 网络设备 安装与调试



电子行业职业技能鉴定指导中心 组编  
教育部高职高专电子信息类专业教学指导委员会 审

WANGLUO SHEBEI  
ANZHUANG YU TIAOSHI

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目(CIP)数据

网络设备安装与调试 / 电子行业职业技能鉴定指导中心组编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 4  
ISBN 978-7-115-19701-6

I. 网… II. 电… III. 计算机网络—通信设备—设备安装—职业技能鉴定—自学参考资料 IV. TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第013216号

## 内 容 提 要

本书内容根据“网络设备调试员”考试大纲编写,包括初级工、中级工和高级工3个等级的知识点与技能考核要求。本书将考核内容安排到8个项目中以不同的任务形式进行讲解和训练,帮助学员全面掌握上岗所需掌握的职业技能。

本书可供参加“网络设备调试员”职业资格考试的人员和相关专业的学生参考使用。

## 网络设备安装与调试

- 
- ◆ 组 编 电子行业职业技能鉴定指导中心  
审 教育部高职高专电子信息类专业教学指导委员会  
责任编辑 张 鹏
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
三河市海波印务有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 18.5  
字数: 430千字 2009年4月第1版  
印数: 1-4000册 2009年4月河北第1次印刷

---

ISBN 978-7-115-19701-6/TN

定价: 35.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

# 编 委 会

主 任 高 林 周 明

委 员 (按姓氏笔画排序)

王晓燕 刘京中 李 深 李鹏云 杨长勇

杨欣斌 孟玉茹 周连兵 姚予疆 唐俊英

盛鸿宇 窦亚娟 鲍 洁

# 前 言

本书根据职业能力培养的要求，引入工作过程系统化的理念，以面向应用为目标，以项目为中心，以能力培养和实践操作为主线来讲解内容。书中内容的选取和安排按照理论必需、够用的原则，侧重网络实用技术及实际技能的介绍与训练，以组建、调试、使用网络为主。全书强调计算机网络互连和网络协议的基础知识学习，并注重实际组网技能的培养。

本书共分 8 个项目，分别介绍了网络的规划与设计、网络综合布线、交换机的安装与配置、路由器的安装与配置、网络服务的安装与配置、防火墙的安装与配置、网络故障的分析与排除、网络的测试与验收等内容。本书注重基础知识与实际应用的紧密结合，全书采用了一个真实的大学校园网建设项目作为主线，贯穿整个教材的始终，并将该项目分解为多个小项目。书中项目从校园网的规划设计、综合布线、设备安装调试、服务器安装与配置到网络工程测试验收，全部紧密跟踪先进技术，与真实的工作过程相一致，完全符合企业需求，贴合生产实际。

本书注重学习者技能训练和创新能力的培养，采取以训练职业能力为本位的课程设计理念，从职业行动能力、工作过程知识和职业素养培养这 3 个方面培养学习者的实际就业能力和真实工作经验。本书在学习质量评价系统上，注重学习者是否具备适应职业岗位的核心职业能力，包括关键性的技术应用能力及创新、创业能力。

我们在本书编写过程中提出了“能力为本、工学交替、重在综合”、“岗位工作过程化”、“行动导向”的实践教学理念，希望学习者通过课程的学习主要达到以下的职业能力目标。

- 会安装：学会主流网络设备的安装方法。
- 会配置：学会网络设备的配置方法。
- 会管理：学会熟练管理计算机网络及各种网络设备的方法。
- 会维护：学会各种网络设备的维护方法。

本书由杨欣斌担任主编并对全书进行了统稿，周连兵担任副主编。周连兵编写项目 1 和项目 7，蒋莉莉编写项目 2，孙艳玲编写项目 3，姜宏志编写项目 4，夏磊编写项目 5，王象刚编写项目 6，杨欣斌编写项目 8。

“网络设备安装与调试”是一门实践性很强的课程，学习者在学习过程中一定要结合实际应用，参与到实践中去。教学中可参考以下学时分配表。

学时分配表

教学内容	建议标准学时			
	初级	中级	高级	技师
项目 1 网络的规划与设计	10	8	8	6
项目 2 网络综合布线	16	12	12	10
项目 3 交换机的安装与配置	22	24	36	32
项目 4 路由器的安装与配置	22	24	36	32
项目 5 网络服务的安装与配置	12	12	20	18
项目 6 防火墙的安装与配置	18	20	24	20
项目 7 网络故障的分析与排除	12	10	10	18
项目 8 网络的测试与验收	8	10	14	24
合 计	120	120	160	160

# 目 录

项目 1 网络的规划与设计	1
任务 1 需求分析	3
任务 2 网络总体设计	25
项目 2 网络综合布线	41
任务 1 校园网综合布线方案设计	42
任务 2 双绞线制作	56
任务 3 信息插座的制作	67
项目 3 交换机的安装与配置	71
任务 1 接入层交换服务的实现——配置接入层交换机	73
任务 2 汇聚层交换服务的实现——配置汇聚层交换机	92
任务 3 核心层交换服务的实现——配置核心层交换机	108
项目 4 路由器的安装与配置	115
任务 1 路由器的基本配置	115
任务 2 动态路由协议配置	134
任务 3 广域网接入模块配置	150
任务 4 远程访问模块配置	155
项目 5 网络服务的安装与配置	161
任务 1 网络操作系统的安装与配置	162
任务 2 网络服务的安装与配置	173
任务 3 网络代理服务器的安装与配置	203
项目 6 防火墙的安装与配置	207
任务 1 网络地址转换 NAT 的配置	208
任务 2 数据包过滤的配置	220
任务 3 虚拟专用网 VPN 的配置	233
项目 7 网络故障的分析与排除	238
任务 1 认识网络故障检测工具	239

任务 2 网络故障的排除·····	249
<b>项目 8 网络的测试与验收·····</b>	<b>264</b>
任务 1 线缆的测试·····	264
任务 2 网络设备的测试·····	271
任务 3 网络工程项目的验收·····	279



# 项目 1 网络的规划与设计

## 【项目描述】

某大学是一所极具现代意识、以现代化教学为特色的学校。为了更好地发挥计算机及其网络在教学、管理等方面发挥应有的作用，为全校教师、科研人员、管理人员、学生提供一个先进的计算机网络环境，并将其引入教学、科研、管理和学习等各个领域，培养熟悉现代化的工作环境和掌握先进的教学、科研、管理和学习手段的高层次人才，学校计划在校内建立校园网并与国际互联网（Internet）相连。根据学校的要求，现需按照“统一规划、分步实施、讲究实效、安全可靠”的原则进行该大学校园网综合系统设计。

项目建设的目标是采用 1 000M 光纤交换网络实现各楼区高速互连，将学校的各种 PC、服务器、终端设备和局域网络连接起来，并整合现有的网络资源，构建一个以多层交换网络为框架，以网络基本应用、电子化图书馆、流媒体系统、教学管理办公自动化为平台的校园网，初步形成数字化校园网络。

该项目主要任务是建设大学的校园网，并对未来的网络整体性能进行提升。按照其网络功能和地理覆盖范围，该校园网属于局域网。因而，本项目的具体目标就是应用计算机局域网构建技术，针对校园网络建设任务要求，构建出校园网的总体建设方案。

## 【项目分析】

网络方案的设计主要包括工程概况、用户需求分析与建网目标、建网原则、网络总体设计、综合布线系统、设备选择、系统软件、应用系统、工程实施步骤、培训方案、测试与验收等内容。计算机网络工程设计的目标是确保工程的顺序进行，这也是计算机网络工程设计成功的第一步。网络工程设计的步骤如图 1-1 所示。

在网络工程设计开始的时候，首先要进行需求分析，这包括需求调查和调查结果分析两部分工作。需求调查就是通过调查的方式了解用户的实际需求，调查结果分析就是对需求调查的结果进行分析，以估计用户所需要的流量和设备等参数。在确定用户的需求之后，就可以开始网络工程的逻辑设计了。网络工程的逻辑设计即根据用户需要进行逻辑上的网络设计，接下来将网络的逻辑设计应用到实际的物理空间，这就是网络工程的物理设计。

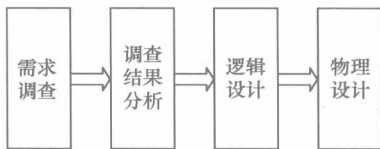


图 1-1 网络工程设计的步骤

#### 1. 需求分析与建网目标

需求分析是做好网络规划与设计的前提工作。要做好这个阶段的工作，必须抓好以下几个环节：了解用户的现状；弄清用户的目标；掌握资金投入的额度；了解用户环境；确定用户的数据流管理架构。只有掌握了用户当前网络的使用情况，明确了用户当前的建网需求，确立建网目标，才能为用户设计出合理的网络方案。

#### 2. 设计原则

一般来说，网络建设原则要体现对用户网络技术和服务上的全面支持。这些原则应以用户为中心，一般包括以下几个方面。

① 标准化及规范化。采用开放的标准网络通信协议，选择符合标准的网络设备、通信介质和网络布线连接件等，以利于网络的维护、扩展升级及与外界信息的沟通。

② 先进性。利用先进的设计思想、网络结构和开发工具，使综合布线系统在其整个生命周期内保持一定的先进性，并选择市场占有率高、标准化程度高和技术成熟的软硬件产品。

③ 扩充性。为了保证用户的已有投资得以充分使用以及满足用户不断增长的业务需求，网络和布线系统必须具有灵活的结构并留有合理的扩充余地，使其既能满足用户数量的扩充，又能满足因技术发展需要而实现低成本扩展和升级的需求。

④ 可靠性。网络应具有容错功能，管理、维护方便。对网络设计、选型、安装和调试等各环节进行统一规划和分析，确保系统运行可靠。

⑤ 安全性。网络应提供多层次安全控制手段，建立完善的安全管理体系，防止数据受攻击和破坏，并有可靠的防病毒措施。

⑥ 可管理性和可维护性。计算机网络是一个比较复杂的系统，在设计、组建一个网络时，除了要保证联网设备便于管理与维护外，网络布线系统也必须做到走线规范、标记清楚和文档齐全，以便提高整个系统的可管理性和可维护性。

⑦ 实用性。建网时应充分考虑利用和保护现有资源，充分发挥设备效益，使用户能最方便地实现各种功能。对用户的需求进行定量分析，站在用户的立场上，为用户“度身定制”出网络方案。

⑧ 灵活性。采用模块式和结构化设计，使系统配置灵活，满足逐步到位的建网原则，使网络具有强大的可增长性和健壮性。

⑨ 经济性。在满足现有需求和在预见期内保持其先进性的前提下，尽量使得整个系统所需投资合理，有良好的性能价格比。

按照网络工程的设计步骤，在确定了用户的建网目标和网络的设计原则后，将进行详细的需求分析、网络方案的总体设计和网络施工方案的编制等，下面通过2个典型任务进行详细讲解。

本项目的工作目标就是设计大学校园网这样一个局域网的总体设计方案，而局域网是计算机网络的一个分类，因而在完成设计任务之前，就需要学习和了解计算机网络的基础知识，根据所学知识完成设计任务。完成任务所需要的知识和技能点为：

- 计算机网络及相关知识。
- 局域网构建及相关知识。

# 任务 1 需求分析

## 1.1 任务描述

该项目是建成一个具有高可靠性和开放性的校园网络，用户提出它应支持流行的 SNMP 等网络管理协议；采用 Internet 上的标准协议——TCP/IP 协议，提供校园内部及面向全球的 WWW 服务、FTP 服务、NEWS 服务、电子邮件服务，实现与国际互联网的完全接轨；同时它还应具有支持通用大型数据库的功能，支持多种协议，具有良好的软件支持功能；采用模块化结构设计，容易升级；还应针对学校的教学特点，具有一些基本的教学功能，以完成学校的基本教学任务。

依据所确定的校园网的建设目标和原则，针对以上用户提出的基本需求，下面将对该网络工程进行详细的需求分析，从而确定该网络工程的应用背景、业务需求、管理需求、安全性需求、通信量需求、网络扩展性需求以及网络环境需求等。需求分析的过程是网络工程设计的起点，也是网络设计的基础，跨出这一步，后面的工作才能开展。

## 1.2 任务分析

需求分析是从软件工程和管理信息系统引入的概念，是任何一个工程实施的第一个环节，也是关系一个网络工程成功与否最重要的砝码。如果网络工程需求分析做得透彻，网络工程方案的设计就会赢得用户方的青睐。

需求分析并不是一件简单的事情，在进行需求分析的过程中，常常面临以下困难。

### (1) 需求分析是模糊的

一般用户不清楚需求，或者是有些用户虽然心里非常清楚想要什么，但却表达不清楚。

### (2) 需求是变化的

需求自身常常会变动，这是很正常的事情。需求分析人员要先接受“需求是变化的”这个事实，才不会在需求变动时手忙脚乱。

### (3) 分析人员对用户的需求理解有偏差

用户表达的需求，不同的分析人员可能有不同的理解。如果需求分析人员理解错了，可能会导致网络工程设计走入误区。因此需求分析人员写好需求说明书后，务必要请用户方的各个代表验证。

如果网络工程设计方没有对用户方的需求进行充分的调研，不能和用户方达成共识，那么随意需求就会贯穿网络工程的始终，从而破坏网络工程项目的计划和预算。任何单位和个人组建网络时总有自己的要求，即要达到何种目的、满足什么要求、解决哪些问题、这些就是所谓的需求分析。在需求分析的过程中，要替用户从多方面、多角度考虑，主要表现在以下几个方面。

### (1) 网络的功能要求

要全面考察组建网络的目的，尽可能抽象地概括出网络所要实现的所有功能。例如，提供数据库、数据库共享和硬件共享等。

## (2) 网络的性能要求

除了满足网络的功能要求外，还要满足网络的性能要求，如通信质量、吞吐量等，还必须要求网络有稳定的性能。

## (3) 网络的可扩充性

不管是个人还是单位，在组建网络时都要考虑到以后工作站的增加以及与其他网络的连接等情况。

在一些局域网组网过程中，常常因为一些特殊的情况，要满足一些特殊的功能需求，这些特殊的功能主要如下。

- 实现远距离网络连接。
- 无线联网。
- 保证数据的安全性。

这些特殊的功能往往是先进的企业管理中所必需的，在做需求分析时，从长远来看这些功能必须列在考虑重点之中，而且这也关系到实现这些特殊功能时设备的选择。例如，在安全性方面，如果要实现各部门的计算机既连接在同一局域网，又要有效地防止各部门的计算机间相互通信，此时就要选择带 VLAN 设置功能的交换机，也就是常常说的网管型交换机，通过交换机自身所带的设置软件就可以轻松地限制各部门的计算机相互通信了。

## 1.3 相关知识

### 1.3.1 计算机网络基础知识

#### 1. 什么是计算机网络

计算机网络并没有一个严格和权威的定义，并且随着计算机网络的发展，关于计算机网络的定义也在不断发展和完善。目前，比较认同的计算机网络的定义为：计算机网络是将分布在不同地理位置上的具有独立和自主功能的计算机、终端及其附属设备，利用通信设备和通信线路连接起来，并配置网络软件（如网络协议、网络操作系统、网络应用软件等）以实现信息交换和资源共享的一个复合系统。图 1-2 为计算机网络的简单示意图。

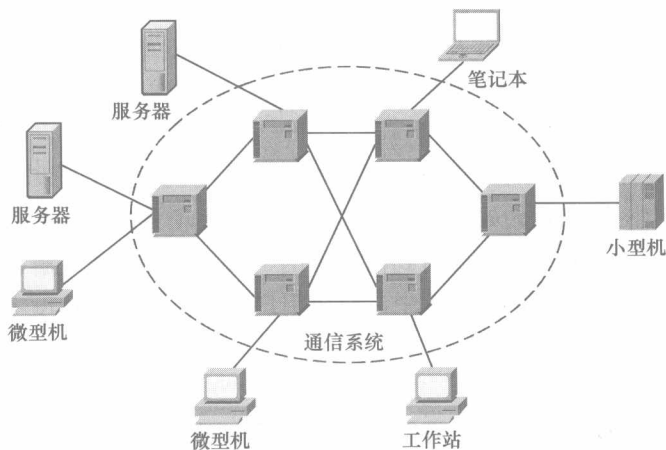


图 1-2 计算机网络示意图

这个定义包含了 4 重含义：第一，一个计算机网络是由多台具有自主功能的独立计算机、终端等组成的，这些计算机或终端在脱离网络环境的条件下也能独立运行与工作；第二，网络中的计算机及终端是通过通信信道进行互连的，其互连的线路可以是双绞线、同轴电缆或光纤等有线信道，也可以是超短波、微波、红外线等无线信道；第三，计算机之间的通信和资源共享是通过网络协议、网络操作系统和网络应用软件来实现的；第四，计算机网络的目标是实现计算机之间的信息交换、资源共享及协同工作。

## 2. 计算机网络的功能

计算机网络的功能因应用者的目的不同，可以从不同侧面理解。它的主要功能体现在以下几个方面。

### (1) 实现网上资源的共享

资源共享是计算机网络最基本的功能之一。用户所在的单机系统，无论硬件资源还是软件资源总是有限的。单机用户一旦连入网络，在网络操作系统的控制下，该用户可以使用网络中其他计算机的资源来处理自己的问题，如可以使用网上的高速打印机打印报表、文档，还可以使用网络中的大容量存储器存放自己的数据信息。对于软件资源，用户则可以共享使用各种程序、各种数据库系统等。

### (2) 实现数据信息的快速传递

计算机网络是现代通信技术与计算机技术结合的产物，分布在不同地域的计算机系统可以及时、快速地传递各种信息，极大地缩短了不同地点计算机之间数据传输的时间。这对于股票和期货交易、电子函件、网上购物、电子贸易来说是必不可少的传输平台。

### (3) 提高可靠性

在一个计算机系统内，单个部件或计算机的暂时失效是可能发生的，因此希望能够通过改换资源的办法来维持系统的继续运行。建立计算机网络后，重要资源可以通过网络在多个地点互做备份，并用户可以通过多条路由来访问网内的某种资源，从而有效避免单个部件、单台计算机或通信链路的故障对系统正常运行造成的影响。

### (4) 提供负载均衡与分布式处理能力

负载均衡是计算机网络的一大特长。举个典型的例子：一个大型 ICP（互联网内容提供商）为了支持更多的用户访问其网站，因此在全世界多个地方放置了相同内容的 WWW 服务器，并通过一定技巧使不同地域的用户通过离他最近的服务器看到相同的页面，这样可以实现各服务器的负载均衡，同时也方便了用户。

分布处理是把任务分散到网络中不同的计算机上并行处理，而不是集中在一台大型计算机上，从而使整个计算机网络具有解决复杂问题的能力，大大提高了效率并降低了成本。

### (5) 集中管理

对于那些地理位置上分散的组织和部门的事务，可以通过计算机网络来实现集中管理。如飞机与火车订票系统、银行通存通兑业务系统、证券交易系统、数据库远程检索系统、军事指挥决策系统等。由于业务或数据分散于不同的地区，且又需要对数据信息进行集中处理，因此单个计算机系统是无法解决的，此时就必须借助于网络完成集中管理和信息处理。

### (6) 综合信息服务

网络的一大发展趋势是多维化,即在一套系统上提供集成的信息服务,包括来自政治、经济、文化、生活等各方面的信息资源,同时还提供如图像、语言、动画等多媒体信息。

### 3. 计算机网络的分类

计算机网络的类型多种多样,从不同角度、按不同方法,可以将计算机网络分成各不相同的网络类型。常见的分类方法有以下几种。

#### (1) 按通信所使用的介质分

① 有线网络。有线网络是指采用如铜辅电缆、光纤等有形的传输介质组建的网络。

② 无线网络。无线网络是指采用微波、红外线等无线传输介质作为通信线路的网络。

#### (2) 按网络所覆盖的地理范围分

按地理覆盖范围对网络进行划分,是目前最为常用的一种计算机网络分类方法,主要有局域网、城域网和广域网,由于地理覆盖范围的不同而具有明显不同的网络特性,并在技术实现和选择上存在明显差异。

① 局域网。局域网(Local Area Network, LAN)用于将有限范围内的一组计算机互连组成网络,如学校的实验室、校园或中小型机关、公司、工厂的网络通常都属于局域网。局域网具有3个明显的特点:一是覆盖范围非常有限,一般在几十米到几千米之间;二是所采用的技术具有数据传输率高(10Mbit/s~10Gbit/s)、传输延迟低(几十毫秒)及误码率低等特点;三是局域网通常为使用单位所有,建立、维护与扩展都较为方便。

② 城域网。城域网(Metropolitan Area Network, MAN)的覆盖范围约为几千米到几十千米,是介于局域网和广域网之间的一种网络形式。城域网主要满足城市、郊区的连网需求,被广泛用于城市范围内的企业、组织机构内部或相互之间的局域网互连。它能够实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输功能。例如,将一个城市中所有中小学校的校园网互连起来的网络可以被称为教育城域网。

③ 广域网。广域网(Wide Area Network, WAN)也称为远程网,它所覆盖的范围比城域网更广,它一般用于不同城市之间的LAN或者MAN网络互连,地理范围可从几百千米到几千千米。人们所熟悉的“因特网”就是广域网中最典型的例子,它将全球成千上万的LAN和MAN互连成一个庞大的网络。因为所连接的距离较远,信息衰减比较严重,所以广域网一般要租用专线,构成网状结构,解决循径问题。

广域网与局域网的一个主要区别就是需要向外界的广域网服务商申请广域网服务。局域网使用通信设备的数据链路连入广域网,如ISDN(综合业务数字网)、DDN(数字数据网)和帧中继(Frame Relay, FR)等。

近年来,城域网与局域网及广域网之间的界限正在变得相对模糊。一方面是由于光纤通信技术在局域网基础设施中的广泛应用提高了局域网技术的地理覆盖范围,使得LAN的适用范围向MAN领域扩展。另一方面,对于那些地理覆盖范围达到了数十千米甚至上百千米的较大型城域网,可以直接运用以裸光纤、SDH技术为代表的基于光纤通信的WAN技术。

#### (3) 按网络管理模式分

多部计算机形成网络后就存在一个网络管理的问题,而要讲到“管理”,就必然涉及网

络中各计算机之间的地位问题。但要注意的是，这里的“管理模式”是从软件角度考虑的，在硬件上各种管理模式没有太多明显区别。在现存的计算机网络中，主要存在两种不同的网络管理模式。

① 对等网模式。对等网就是一种“Peer-to-Peer（简称 P2P，点对点）”结构的计算机网络，网络中各计算机的地位是平等的。各计算机既作为其他计算机的服务/资源的提供者，担当“服务器”角色，同时又接受其他计算机所提供的服务/资源，担当“客户机”的角色。

② 客户/服务器模式。客户/服务器（Client/Server，简称 C/S）模式是一种最常见的网络管理模式，几乎所有的企业网络都采用这一网络管理模式。在这种网络管理模式中，网络中的各计算机地位不再平等，而是由一台或者多台计算机担当整个网络的管理角色，称为“服务器”，它为整个网络中的计算机提供服务和管理；而其他计算机是受这些服务器管理的，这些计算机被称为“工作站”（或“客户机”）。

#### 4. ISO/OSI 网络参考模型

OSI 是描述网络层次结构的模型，保证了各种类型网络技术的兼容性、互操作性。有了这个开放的模型，各网络设备厂商就可以遵照共同的标准来开发网络产品，最终实现彼此的兼容。

##### （1）ISO/OSI 7 层网络结构

OSI 参考模型（简称 OSI 模型）只是定义了一种抽象的结构，而并非具体实现的描述，即在 OSI 模型中的每一层，都只涉及层的功能定义，而不提供关于协议与服务具体实现方法。OSI 参考模型描述了信息或数据通过网络，是如何从一台计算机的一个应用程序到达网络中另一台计算机的另一个应用程序。当信息在一个 OSI 模型中逐层传送时，它越来越不像人类的语言，而变为只有计算机才能明白的数字（0 和 1）。

OSI 参考模型如图 1-3 所示，由下而上共有 7 层，分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层，也被依次称为 OSI 第 1 层、第 2 层、……、第 7 层。

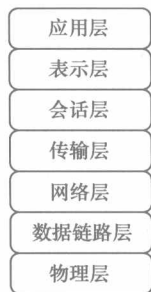


图 1-3 OSI 参考模型

OSI 参考模型的核心包含 3 大层次。高 3 层由应用层、表示层和会话层组成，面向信息处理和网络应用；低 3 层有网络层、数据链路层和物理层组成，面向通信处理和网络通信；中间层次为传输层，为高 3 层的网络信息处理应用提供可靠的端到端通信服务。

在实际中，当两个通信实体通过一个通信子网进行通信时，必然会经过一些中间节点，一般来说，通信子网中的节点只涉及到低三层，因此，两个通信实体之间的层次结构如图 1-4 所示。

##### （2）OSI 各层的功能概述

① 物理层。物理层（physical layer）位于 OSI 参考模型的最底层，协调在物理媒体中传送比特流所需的各种功能。物理层涉及接口和传输媒体的机械和电气的规约，定义了这些物理设备和接口为所发生的传输所必须完成的过程和功能。以便于不同的制造厂家能够根据公认的标准各自独立地制造设备，从而使各个厂家的产品能够互相兼容。

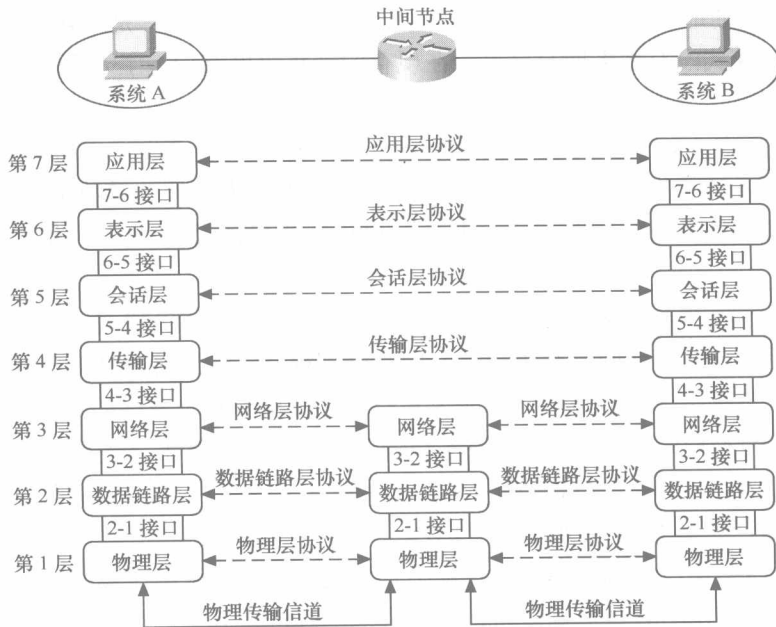


图 1-4 两个通信实体间的层次结构

② 数据链路层。在物理层发送和接收数据的过程中，会出现一些自己不能解决的问题。例如，当两个节点同时试图在一条共享线路上发送数据时该如何处理，节点如何知道它所接收的数据是否正确，如果噪声改变了一个报文的目标地址，节点如何察觉它丢失了本应收到的报文，这些都是数据链路层（data link layer）所必须负责的工作。

数据链路层涉及相邻节点之间的可靠数据传输，它将物理层的比特流组织成数据链路层协议数据单元（帧）进行传输，帧中包含地址、控制、数据及校验码等信息，通过校验、确认和反馈重传等手段，将不可靠的物理链路改造成对网络层表现为一条无差错的数据传输链路。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。

③ 网络层。网络层（network layer）负责分组从源端交付到目的端，中间可能要经过许多中间节点甚至不同的通信子网。网络层的任务就是在通信子网中选择一条合适的路径，使源计算机发送的数据能够通过所选择的路径到达目的计算机。

为了实现路径选择，网络层必须使用寻址方案来确定存在哪些网络以及设备在这些网络中所处的位置，不同网络层协议所采用的寻址方案是不同的。在确定了目标节点的位置后，网络层还要负责引导数据包正确地通过网络，找到通过网络的最优路径，即路由选择。如果子网中同时出现过多的分组，它们将相互阻塞通路并可能形成网络瓶颈，因此网络层还要提供拥塞控制机制以避免此类现象的出现。另外，网络层还要解决异构网络互连问题。

④ 传输层。传输层（transport layer）负责将完整的报文进行源端到目的端的交付。但计算机往往在同一时间运行多个程序，因此，从源端到目的端的交付并不是从某个计算机交付到下一个计算机，同时还指从某个计算机上的特定进程（运行着的程序）交付到另一个计算机上的特定进程（运行着的程序）。而网络层监督单个分组的端到端的交付，独立地处理每个分组，就好像每个分组属于独立的报文那样，而不管是否真的如此。

传输层所提供的服务有可靠与不可靠之分。为了向会话层提供可靠的端到端进程之间的



数据传输服务，传输层还需要使用确认、差错控制和流量控制等机制来弥补网络层服务质量的不足。

⑤ 会话层。就像它的名字一样，会话层(session layer)的功能是建立、管理和终止应用程序进程之间的会话和数据交换，允许数据进行单工、半双工和全双工的传送，并使这些通信系统同步。

⑥ 表示层。表示层 (presentation layer) 保证一个系统应用层发出的信息能被另一个系统的应用层读出。如有必要，表示层用一种通用的数据表示格式在多种数据表示格式之间进行转换。它包括数据格式变换、数据加密与解密、数据压缩与恢复等功能。

⑦ 应用层。应用层 (application layer) 是 OSI 参考模型中最靠近用户的一层，它为用户的应用程序提供网络服务，将用户接入到网络，提供了对许多种服务的支持，如电子邮件、文件传输、共享的数据库管理，以及其他种类的分布式信息服务。

### (3) OSI 模型中的数据封装与传递

在 OSI 模型中，对等实体间所传输的数据被称为协议数据单元 (Protocol Data Unit, PDU)。如图 1-5 所示，假设计算机 A 上的某个应用程序要发送数据给计算机 B，则该应用程序把数据交给应用层，应用层在数据前面加上应用层的报头 H7，形成一个应用层的数据包。报头 (header) 及报尾 (tailer) 是对等层之间为了实现有效的相互通信所需加上的控制信息，增加报头、报尾的过程称为封装。封装后得到的应用层数据包被称为应用层协议数据单元 (APDU)。封装完成后应用层将该 APDU 交给下面的表示层。

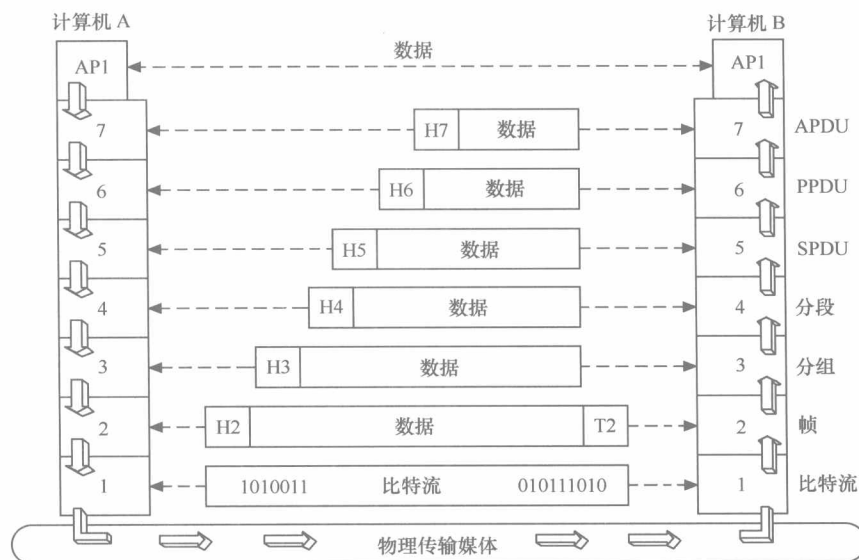


图 1-5 OSI 的数据传输

表示层接到应用层传下来的 APDU 后，并不关心 APDU 中哪部分是用户数据，哪一部分是报头，它只在收到的 APDU 前面加上包含表示层控制信息的报头 H6，构成表示层的协议数据单元 PPDU，再交给会话层。

会话层接到表示层传下来的 PPDU 后，也不关心 PPDU 中哪一部分是用户数据，哪一部分是报头，它只在收到的 PPDU 前面加上包含会话层控制信息的报头 H5，构成会话层的协