# 项目2　计算机网络体系结构与协议

**授课教师： 职称： 授课年级： 专业：**

一、**组织教学**

课前3分钟，教师开启电脑、投影仪等所需设备，检查设备情况，并将所需课件拷贝到电脑上；检查黑板是否擦干净。

上课铃响，教师宣布上课，师生问好。

教师检查人数，查找缺席学生及原因。

教师将学生以4~5人一组，分成若干小组。

（本课程中涉及到小组讨论环节时，按照此次组员编排进行）

**二、引入新课**

本项目主要介绍计算机网络体系结构的基本概念、ISO/OSI开放系统互连参考模型、 TCP/IP体系结构、各层主要协议及数据的封装与解封装等。通过本项目的学习，学生了解计算机网络体系结构及两种常见的协议模型，理解层次化的设计思想及数据封装与解封装的过程，掌握TCP/IP的层次化结构、各层的特点及各层的主要协议，掌握网络参数的设置及常用网络命令的使用等。

## 2.1　局域网组网方式

### 2.1.1　对等网

对等网是指网络上每个计算机都把其他计算机看成是平等的或者是对等的，在对等网络中的每一台计算机，当它使用网络中的某种资源时，它就是客户机，当它为网络的其他用户提供某种资源时，它就成为服务器。

对等网络的主要特点：网络中的任何一个节点既可以是管理资源的服务器，又可以是使用资源的工作站，因而构建简单，使用方便，但安全性较低。另外，Windows 98/XP为对等网络的互连提供了非常简捷的安装设置方式:在Windows 98/XP系统中进行对等网络的配置，只需要对“控制面板”中的“网络”项进行配置就可以了。

### 2.1.2　客户机/服务器网络

1.客户机/服务器应用模式的特点

从整体上看，客户机/服务器应用模式有以下特点。

(1)桌面上的智能。客户机负责处理用户界面，把用户的查询或命令变换成一个可被服务器理解的预定义语言，再将服务器返回的数据提交给用户。

(2)最优化地共享服务器资源(如CPU、数据存储域）。

(3)优化网络利用率。客户机只把请求的内容传给服务器，经服务器运行后把结果返回到客户机,而不必传输整个数据文件的内容。

(4)在低层操作系统和通信系统之上提供一个抽象的层次，允许应用程序有较好的可维护性和可移植性。

2.客户机/服务器应用模式的中间件

中间件是支持客户机/服务器模式进行对话、实施分布应用的各种软件的总称，其目的是解决应用对网络的过分依赖，透明地连接客户机和服务器。

中间件的功能主要是连接和管理，具体体现在分布式服务、应用服务和管理服务几个方面。中间件大体上分为传输栈、远程过程调用(RPC)、双向消息队列、数据库互访、管理、名字和ORB等。

### 2.1.3　Browser/Server网络

B/S应用模式具有以下特点。

(1)分散应用与集中管理。任何经过授权且具有标准浏览器的客户均可以访问网上资源，获得网上的服务。

(2)跨平台兼容性。浏览器Web Server、HTTP、Java以及HTML等网上使用的软件,语言和应用开发接口均与硬件和操作系统无关,真正做到跨平台的兼容性。

(3)交互性和实时性。Internet把企业内部的信息连接在一起,企业内部客户既可随时看到企业内所发布的信息，也可以使用交互式表格和报表生成器来产生新的信息报表。

(4)协同工作。Internet可以为每一个成员提供一个易于使用的项目管理、数据采集、信息发布与知识管理的工具。通过这些工具，每一个成员可以单独发布信息和执行任务，也可以相互调用或运行对方应用程序。

(5)系统易维护。由于大量应用软件配置在服务器上，使开发的平台移向服务器。在客户机上少量的应用和软件（可以只是一个浏览器）可以做到统一的使用界面，客户机可以越来越“瘦”，不仅价格上占有很大优势，且网络系统中大量使用的客户机的维护工作量可以大大降低。另外，系统软件版本的升级再配置工作量也会大幅度下降。

2.基于新一代Web技术的B/S应用模式特征

基于新一代Web技术的B/S应用模式包括两方面的特征：一是与面向对象技术相结合，具有实时性、可伸缩性和可扩展性的协同事务处理功能;二是具有浏览三维动画超媒体技术的功能。在Internet/Intranet分布环境以及WWW环境中，采用面向对象技术已不同于过去各对象都存在于同一系统或同一计算机中的情况那样简单。分布环境的面向对象技术,其特征是在服务器协助下，依靠对象需求代理服务机制，使处在不同位置上的对象就像处在同一台计算机中一样。为了让处在不同软/硬平台、不同系统中的各个对象能在一起协同工作，就需要有相应的标准、通信协议和接口描述语言。

## 2.2　OSI参考模型

1.分层体系结构与网络协议

网络协议包括以下3个要素。

(1)语法。语法规定协议元素(数据、控制信息）的格式。

(2)语义。语义规定通信双方如何操作。

(3)同步。同步规定实现通信的顺序、速率适配及排序。

采用分层设计的方法的好处主要有以下几点。

(1)各层之间相互独立。

(2)灵活性好。

(3)各层都可以采用最合适的技术来实现。

(4)易于实现和维护。

(5)有利于促进标准化。因为每一层的功能及其所提供的服务都已有了明确的说明。

分层设计的方法是开发网络体系结构的一种有效技术，一般而言，分层应当遵循以下几个主要原则。

(1)设置合理的层数，每一层应当实现一个定义明确的功能。

(2)确保灵活性。某一层技术上的变化，只要接口关系保持不变，就不应影响其他层次。

(3)有利于促进标准化。

(4)为了满足各种通信业务的需要,在一层内可形成若干子层,也可以合并或取消某层。

2.OSI参考模型

OSI开放系统互连参考模型采用了7个层次的体系结构，从下到上分别为物理层（Physical Layer)、数据链路层（Data Link Layer)、网络层（Network Layer)、传输层(Transport Layer)、会话层（Session Layer)、表示层（Presentation Layer)和应用层（Application)。

3.OSI参考模型功能筒述

1)物理层

在OSI参考模型中，物理层是参考模型的最底层，它包括物理网络介质，如电缆、连接器、转发器。物理层的功能是:建立系统和通信介质的物理接口，提供物理链路所需要的各种功能和规程。

2)数据链路层

在OSI参考模型中，数据链路层是参考模型的第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，在通信的实体之间建立数据链路连接，将数据传输到以“帧”为单位的数据包中，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，网络层是参考模型的第3层。网络层的主要功能是：为数据在节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。

4)传输层

在OSI参考模型中，传输层是参考模型的第4层。传输层是计算机通信体系结构中关键的一层。它汇集下3层功能，向高层提供完整的、无差错的、透明的、可按名寻址的、高效低费用的、端到端的通信服务，起到承上启下的作用。

5)会话层

在OSI参考模型中，会话层是参考模型的第5层。会话层的功能是:负责两节点之间建立通信链接,保持会话过程通信链接的畅通，使两个节点之间的对话同步，决定通信是否被中断以及通信中断时从何处重新发送。

6)表示层

在OSI参考模型中，表示层是参考模型的第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，应用层是参考模型的最高层。应用层的主要功能是提供完成特定网络功能服务所需要的各种应用程序。

## 2.3　TCP/IP参考模型

互联网执行TCP/IP协议，并定义任何可以传输分组的通信系统均可视为网络。因此，互联网具有网络对等性，不论复杂的网络，还是简单的网络，甚至两台连接的计算机网络都是如此。它依托在物理网络上运行，但又与网络的物理特性无关。

### 2.3.1　TCP/IP的体系结构

TCP/IP各层次的主要功能如下。

1.网络接口层

网络接口层对应于OSI参考模型的数据链路层和物理层，它提供了TCP/IP与各种物理网络的接口，是TCP/IP的实现基础。

2.互联网层(IP层)

互联网层是TCP/IP体系结构的第2层，它解决了计算机与计算机之间的通信问题，实现的功能相当于OSI参考模型中网络层的无连接网络服务。互

互联网层有4个重要的协议：网际协议IP(Internet Protocol)、Internet控制报文协议ICMP (Internet Control Message Protocol)、地址转换协议ARP(Address Resolution Protocol)和反向地址转换协议RARP(Reverse Address Resolution Protocol)。它们是实现异构网络互连的关键协议。

3.传输层

传输层位于互联网层之上，它的主要功能是负责应用进程之间的端到端通信。TCP/IP协议的传输层提供了两个主要的协议：传输控制协议TCP(Transport Control Protocol)和用户数据报文协议UDP(User Datagram Protocol)。

4.应用层

应用层包含所有的高层协议，如远程登录协议（Telnet)、文件传输协议（FTP)、简单邮件传输协议(SMTP)、超文本传输协议(HTTP)和域名系统（DNS)等,并且总是不断有新的协议加入。几乎所有的应用程序都有自己的协议。

### 2.3.2　TCP协议

TCP是传输控制协议，它是TCP/IP协议簇中的一个重要协议。它对应于OSI模型的传输层，是在IP协议的基础上，提供一种面向连接的、可靠的（没有数据重复或丢失）数据流传输服务。

1.TCP提供的3种最重要的服务

1)可靠地传输消息

为应用层提供可靠的面向连接服务，确保发送端发出的消息能够被接收端正确无误地接收到。TCP去掉重复的数据，在数据丢失时重发数据，并且保证精确地按原发送顺序重新组装数据。

2)流量控制

TCP在其连接的通信过程中，能够调整流量，以防止内部的TCP数据传递出现拥挤，从而导致服务质量下降和出错。

3)阻塞控制

任何一个网络，当过多的数据进入时，都会导致网络阻塞，互联网也不例外。阻塞发生时会引起发送端超时，虽然超时也有可能是由数据传输出错引起，但在当前数字化网络环境中，由于传输介质(例如使用光纤）的可靠性越来越高，数据传输出错的可能性很小。

2.TCP报文段的格式

TCP协议在两台计算机之间传输的数据单元称为报文段。报文段交换涉及建立连接、传输数据、发送确认、通知窗口尺寸，直到关闭连接。

3.TCP连接管理

连接的建立采用客户机/服务器方式。主动发送连接的运输实体的进程为客户机，而被动等待连接的运输实体的进程称为服务器。

在连接建立过程中，存在两种方式，要么由运行客户进程的运输实体先向其TCP发出主动打开命令，表示要向某个IP地址的某个端口建立运输连接；要么由运行服务器进程的运输实体先向它的TCP发出一个被动打开命令，要求它准备接收客户进程的连接请求。接着,服务器进程就处于“监听”的状态，从而不断检测是否有客户进程连接请求的到来，如有,则予以响应。

### 2.3.3　IP协议

IP协议定义数据传递的基本单元——IP分组及其确切的数据格式，有时更加明确地叫作IP数据报。IP协议也包括一套规则，指明分组如何处理、错误怎样控制。特别是，IP协议包含不可靠投递的思想，以及与此关联的分组路由选择的思想。

IP模块是TCP/IP技术的核心，而IP模块的关键成分则是它的路由表。路由表放在内存储器中，IP模块使用它为IP分组选择路由。

1.IP地址

为了使得计算机之间能够进行通信，每台计算机都必须有一个唯一的标识。由IP协议为Internet的每一台主机都分配一个唯一地址，称为IP协议地址（简称IP地址）。

1)IP地址的格式

IP地址由32位二进制数组成，是一个4字节的数字，这种4字节的IP地址通常以小数点分隔。

例如，一个IP地址11001010.0110011.01100000.10001100就可以表示为202.49.96.140。这里，202.49.96.140表示互联网中某台主机的IP地址。IP地址是用来标志互联网中计算机的位置的。因此，IP地址的具体物理含义如下。

(1)它是互联网上通用的地址格式。

(2)互联网上的每台主机都必须有IP地址。

(3)IP地址是唯一的。

2)IP地址分类

根据网络号和主机号组成的位数的不同，IP地址可分成5类，即A类、B类、C类、D类和E类。

除去部分禁用的IP地址，A、B、C这3类地址的范围分别如下。

A类:1,0.0.0~127.255.255.255

B类：128.0.0.0~191.255.255.255

C类：192.0.0.0~223.255,255.255

各类地址的特点如下。

A类：主要用于拥有大量主机的大型网络，它的特点是网络数少，只有126个A类网络(可用网络号由1~126,号码0和127保留），而主机数多，每个A类网络中允许有1600万个节点。

B类：主要用于中型规模的网络，可用的网络号为16000个，而每个B类网络中可以有65000个节点。

C类：主要用于小型规模的网络，它的特点是网络数多，而主机数少。可用网络号为200万个,每个C类网络中最多可以有254个节点。

D类:一个多播地址，即多目的地传输,可用来识别一组主机。

E类:用于某些实验研究和将来扩展使用。

2.子网和子网掩码

1)子网

子网是互联网中的一个逻辑网络，出于管理、性能和安全方面的考虑，可将任一网络划分为多个逻辑子网。现在来讨论子网编址技术，也可称为子网寻径。

引入子网编址模式后，一个物理网络则由“网络号+子网号”唯一地标识了。

2)子网掩码

子网掩码的表示方式如下。

(1)凡是IP地址的网络和子网标识部分，用二进制数1表示。

(2)凡是IP地址的主机标识部分，用二进数0表示。

(3)采用带点分隔。

### 2.3.4　UDP协议

UDP报文由UDP报头和数据域两部分组成.

在UDP报文格式中，各字段的含义如下。

UDP源端口号:源端口号是任选项。该端口号若被指定，当接收进程返回数据时，这些应用数据就不会被别人得到，不指定这个域时，其值设置为0。

UDP目的端口号:该端口号用以在等待数据报的进程之间进行多路分离，可以作为接收主机与特定应用进程相关联的地址。

UDP报文长度:表示数据报头及其后面数据的总长度。最小值是8字节，即UDP数据报报头长度。用来告诉计算机信息的大小。

UDP校验和：根据IP分组头中的信息做出伪数据报头，跟UDP数据报头和数据一起进行16位的检验和计算。对数据为奇数字节的情况，增加全0字节使其成为偶数字节后再进行计算。

### 2.3.5　TCP/IP其他各层的协议

1.ARP协议

ARP(Address Resolution Protocol)称为地址解析协议，它与IP配套使用，其功能是将一个目的地IP地址映射到待求的物理网卡地址上。

使用ARP协议，一是不必预先知道连接到网络上的主机或网关的物理地址就能发送数据;二是当物理地址和IP地址的关系随时间的推移发生变化时，能及时给予修正。一般情况下，两个主机之间相互通信的情况是存在的，为了减少网络上的通信量，源主机A在发送到ARP请求分组时，就将自己的IP地址到硬件地址的映射写入ARP请求分组中。收

2.RARP协议

RARP(Reverse Address Resolution Protocol)是反向地址解析协议。RARP协议可以实现MAC地址到IP地址的转换。反向地址解析协议RARP广泛用于获取无盘工作站的IP地址。

3.ICMP协议

ICMP(Internet Control Message Protocol)是互联网控制报文协议。如果一个网关不能为IP分组选择路由，或者不能递交IP分组，或者这个网关测试到某种不正常状态，如网络拥挤影响IP分组的传递，那么就需要使用ICMP协议来通知源发主机采取措施，避免或纠正这类问题。

4.Telnet协议

远程登录是互联网提供的一个服务。远程登录就是用户通过网络登录到远程计算机系统中，使用远程计算机系统的资源。远程登录的根本目的在于访问远程系统的资源。Telnet(Telephone Network)是一个简单的远程终端协议。

。

Telnet协议实现了如下三大功能。

(1)它定义了一个网络虚拟终端协议，为远程系统提供一个标准终端接口。

(2)Telnet允许客户进程与登录服务器进行选项协商，并且Telnet协议还提供一组标准选项。

(3)Telnet对称处理连接的两端。

5.FTP协议

FTP(File Transfer Protocol)是文件传输协议。FTP是Internet上最早出现的服务功能之一，到目前为止,它仍然是Internet上最常用的也是最重要的服务之一。文件传输协议FTP是一个通用协议，用于主机间传送文件，主机类型可以相同，也可以不同；可以传送不同类型的文件，如计算机软件、声音文件、图像文件等。

6.SMTP协议

SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)是简单邮件传输协议。当邮件传输程序与远程服务器通信时,它构造了一个TCP连接并在此上面进行通信。一旦连接存在，这两个程序就遵循简单邮件传输协议，它允许发送方说明自己、指定接收方及传输电子函件信息。

## 2.4　其他网络通信协议

### 2.4.1　IPX/SPX协议

IPX/SPX(Internet Work Packet Exchange/Sequences Packet Exchange)协议，又称为网际数据仓交换/序列数据包交换协议，它是在NetWare网络操作系统中使用。NetWare协议具有高度的模块化，这种模块化使之更适应于不同的硬件，且简化了其他协议并入这个协议包的任务，但Windows NT及Microsoft的其他产品不使用IPX/SPX协议组与NetWare通信。Microsoft开发了与IPX/SPX相似的版本，称作NWLink IPX/SPX协议的兼容传输协议。

### 2.4.2　Net BEUI协议

Net BEUI协议是非可路由协议，由包括Windows 2000在内的所有Microsoft网络产品支持。它主要用于小的局域网网络中（包括20~200台计算机，不需要选择路由到其他的子网），包括运行多种操作系统的计算机。基于Windows 2000的Net BEUI称为Net BIOS帧，它提供与已存在的使用Net BEUI协议的局域网的兼容性。

### 2.4.3　AppleTalk协议

AppleTalk是苹果计算机公司在20世纪80年代早期开发的一个协议簇，它是专门为Macintosh计算机设计的。AppleTalk的目标是允许多用户共享资源，如文件和打印机，提供这些资源的设备叫作服务器，而使用这些资源的设备（如一个用户的Macintosh计算机）被称为客户机。因此，AppleTalk是分布式客户/服务器网络系统的一个早期实现版本。

## 实践操作任务2　网络参数的设置与TCP/IP工具的使用

**任务目标**

(1)了解netstat、arp、tracert、route等命令的功能。

(2)了解TCP/IP上网参数设置的要点。

(3)掌握ping、IPconfig等命令的使用方法。

(4)能利用所学命令对简单的网络故障进行检查和排除。

**技能要求**

(1)掌握TCP/IP网络参数的设置方法。

(2)TCP/IP网络工具（主要包括ping、IPconfig、netstat、arp、tracert等命令）的使用。

**任务小结**

本任务主要使同学们掌握上网参数设置的要点及各参数的作用，理解ping命令在网络故障排除中的作用和逐步排除故障的方法。