

单元3 网络体系结构与协议

主讲：章明

电话：13119544243

教学目标

【知识目标】

1. 掌握OSI参考模型；
2. 掌握TCP/IP分层模型；
3. 掌握IP编址的基础知识及子网划分；
4. 掌握传输层协议TCP和UDP；
5. 掌握Ping、Tracert等基本的网络命令。

【能力目标】

1. 具备IP地址应用与配置的能力；
2. 具备子网划分与应用的能力；
3. 具备应用端口区分不同应用的能力；
4. 具备使用网络命令排除简单网络故障的能力。

1 网络体系结构概述

计算机网络是由各种不同的计算机和网络设备通过不同的通信线路连接在一起的复杂系统。

在该系统中，涉及到网络的硬件体系结构、操作系统、应用软件系统、各种不同的网络设备和通信技术。

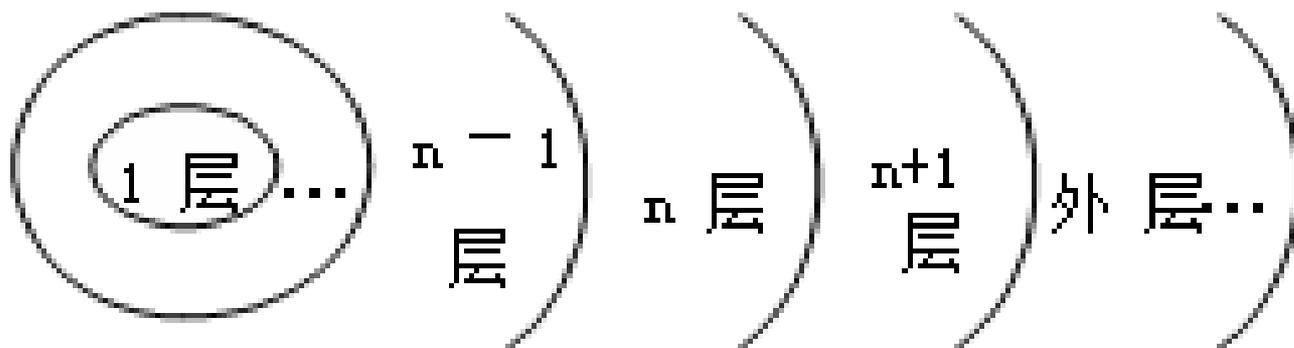
为保证这些异质系统之间的正常通信，保证不同厂商产品的兼容性，减少系统开发的难度，就有必要统一信息编码、统一报文格式、统一传输命令、统一控制序列，简化通信过程，以便在不同系统之间实现无缝衔接。

因此国际标准化组织(ISO)于1978年设立了一个专门的委员会，研究网络通信的体系结构，提出了**开放系统互
联参考模型OSI/RM.**

体系结构的分层设计

分层的含义

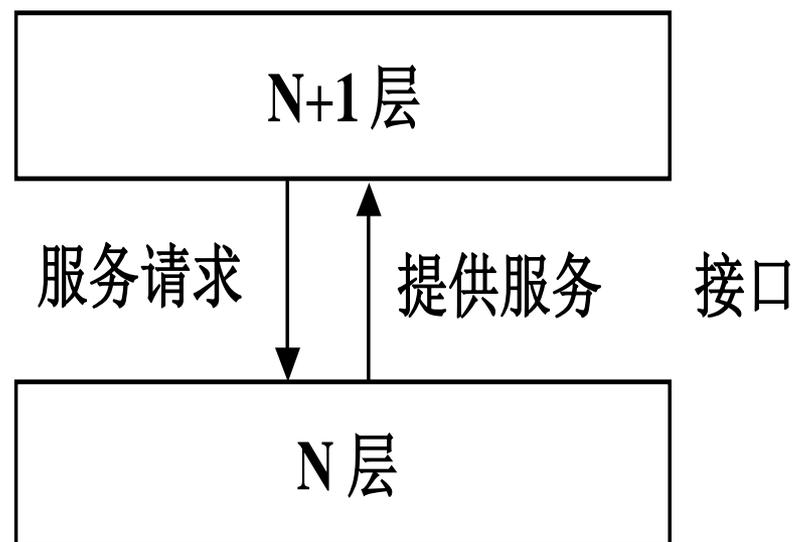
分层模型（layering model）是一种用于开发网络协议的设计方法。本质上，分层模型描述了把通信问题分为几个小问题（称为层次）的方法，每个小问题对应于一层（例如IP地址的问题对应于网络层）。



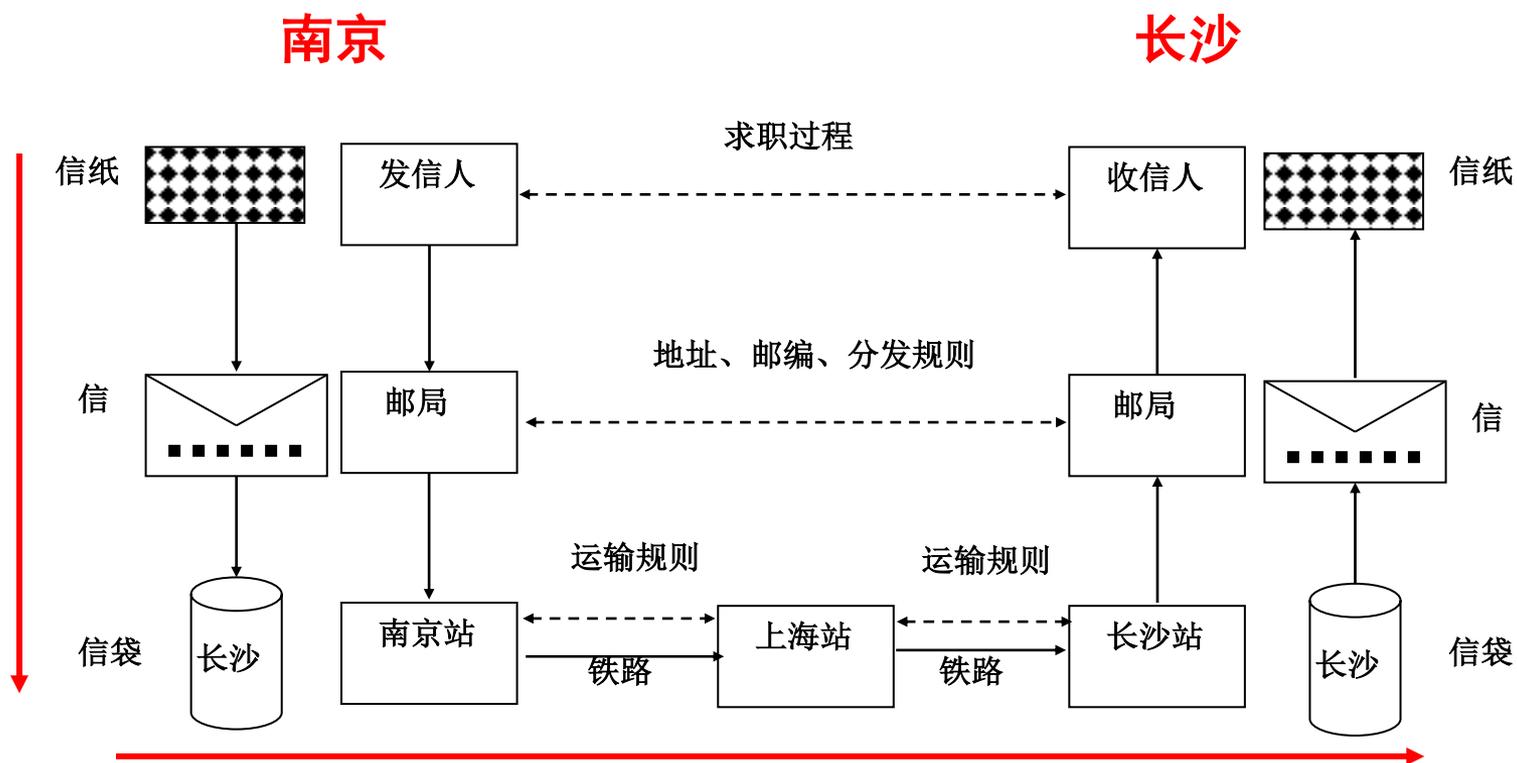
体系机构的分层设计

层次结构特点：

- 上层是服务请求者，也是用户，下层是服务提供者。
- 层与层之间通过接口完成服务请求和服务提供。



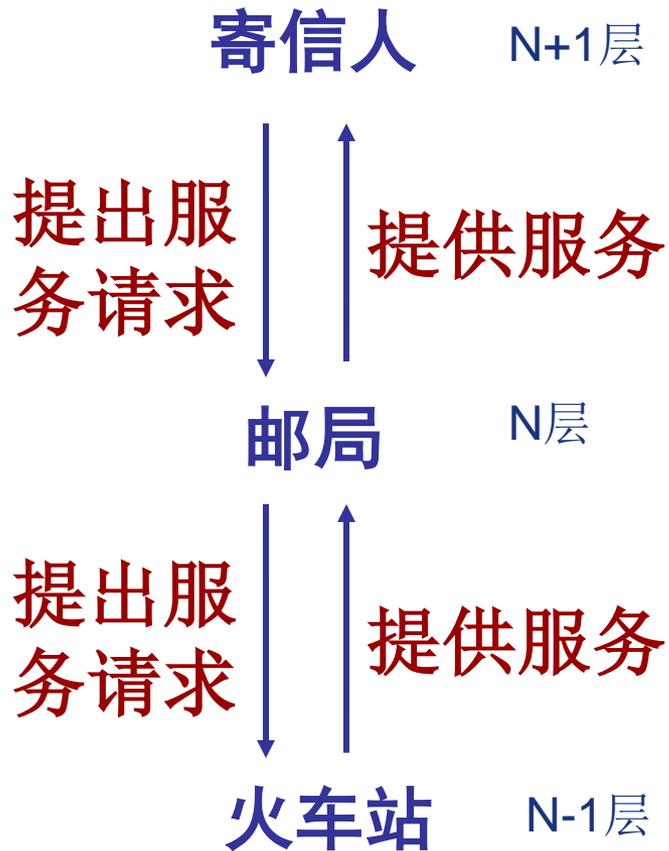
邮政系统模型



邮政系统的几点启示：

- ❖ 寄信人不是直接将信提交给收信人，南京邮局不是直接将信提交给长沙邮局。
- ❖ 层与层之间存在接口，上一层向下一层请求服务，最终由最低层实现信件的实际运输过程。
- ❖ 每一层都需要重新封装，封装的目的是适合这一层传输。
- ❖ 两端同一层是对等的，对等层之间有约定，与其它层无关。

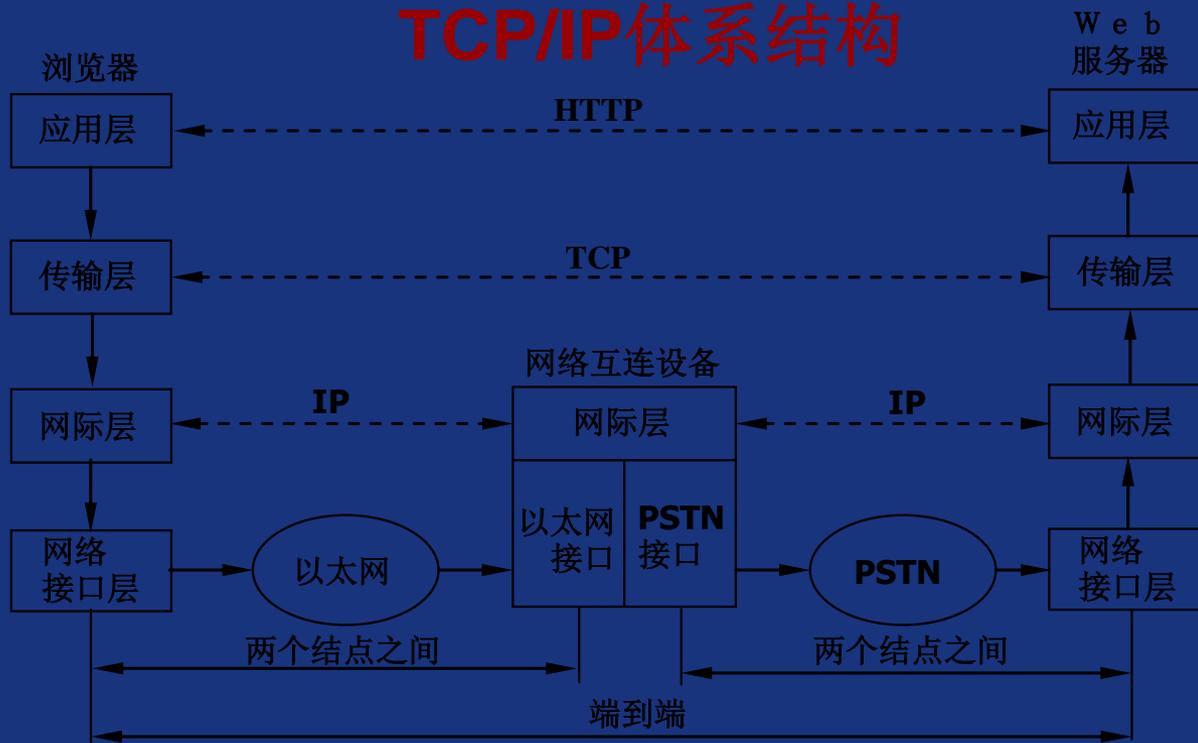
邮政系统必须分层的原因



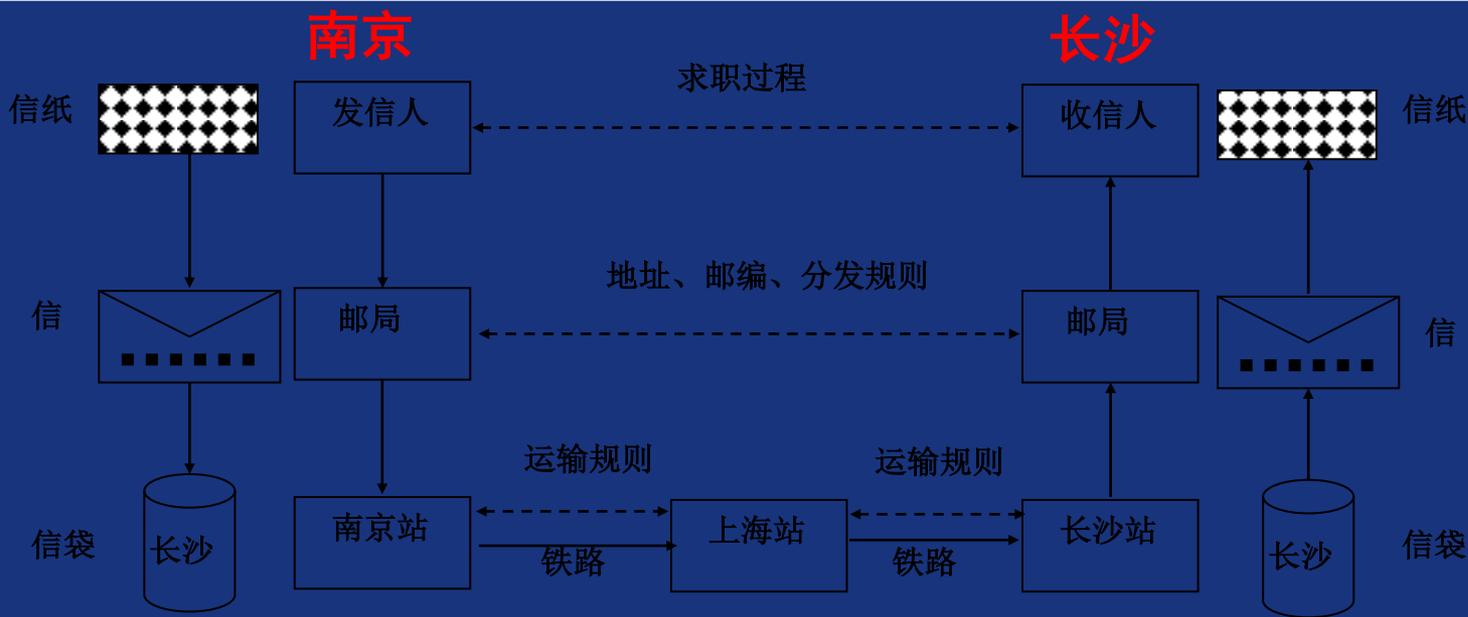
- ❖ 通信双方必须要经过**邮政系统**才能完成通信，必须按邮政系统要求的规范来封装信件。邮政系统完成投递过程，寄信人和邮局之间存在接口。
- ❖ 邮局双方必须要借助**铁路运输系统**来运输信件，邮局必须按照铁路运输系统的要求来封装信袋。铁路运输系统完成信袋运输过程，邮局和火车站之间存在接口。

TCP/IP体系结构

通过浏览器访问Web服务器的过程

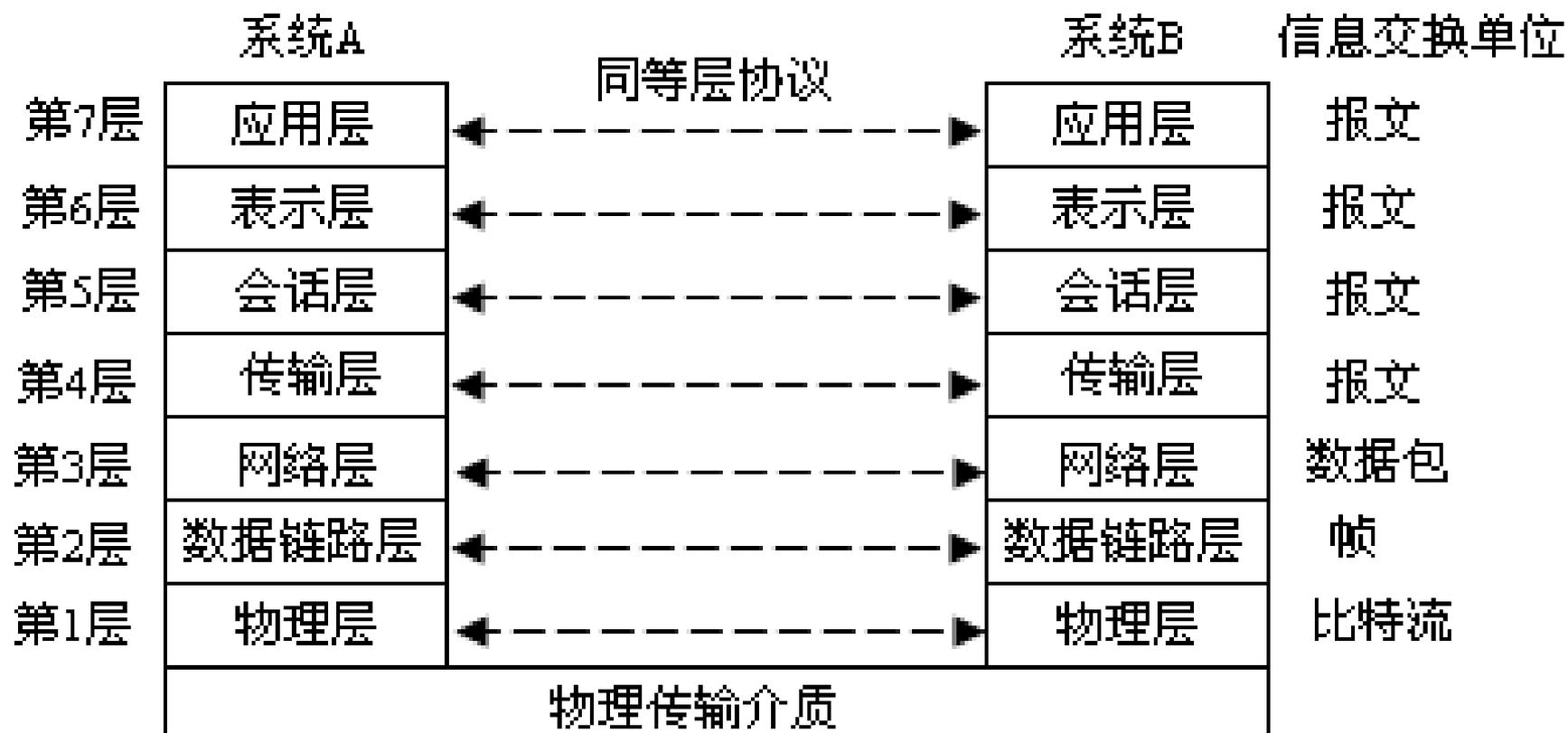


邮政系统传递信件过程



- ❖ 对N层来说，N+1层的用户直接使用使用的是N层提供的服务，而事实上N+1层的用户是通过N层提供的服务享用到了N层内的所有层的服务。
- ❖ 分层结构的好处有：各层相对独立、功能简单、层内的变化互不影响、即适应性强、易于实现和维护。

2 OSI/RM七层模型



若主机A要发送数据给主机B

- ❖ 数据将由主机A的应用层向下传递，在传递过程中逐层添加协议包装，最后通过物理层的网络电缆将数据传送出去；
- ❖ 主机B在接收数据时，则是从物理层向上传递，在传递过程中逐层去掉协议包装，最后在应用层获取到的是与主机A应用层发送出来的完全相同的数据。

各层数据单元的关系

用户数据

应用协议 用户数据

表示协议 应用协议 用户数据

会话协议 表示协议 应用协议 用户数据

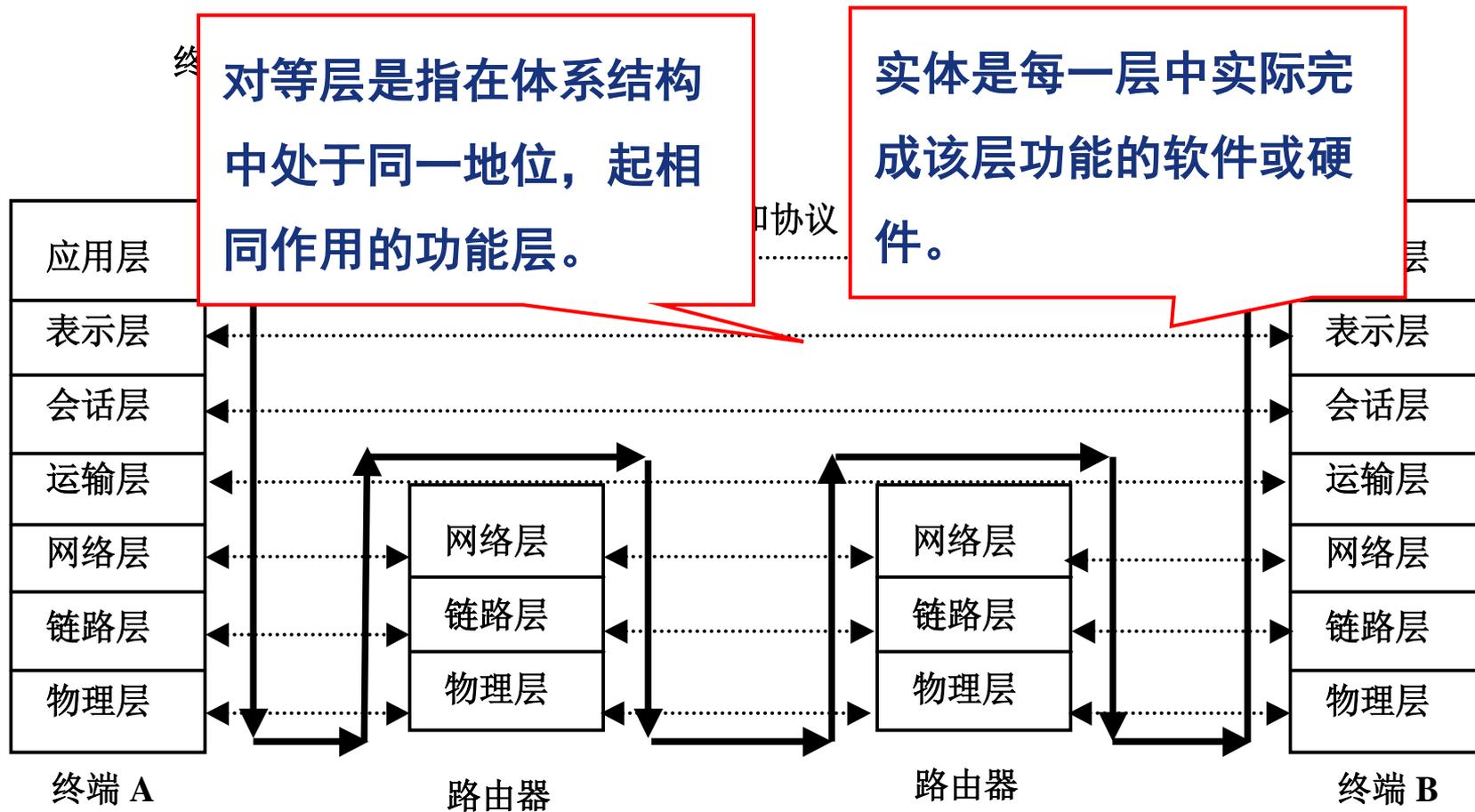
传输协议 会话协议 表示协议 应用协议 用户数据

网络协议 传输协议 会话协议 表示协议 应用协议 用户数据

数链协议 网络协议 传输协议 会话协议 表示协议 应用协议 用户数据

物理协议 数链协议 网络协议 传输协议 会话协议 表示协议 应用协议 用户数据

与分层有关的术语—对等层实体



与分层有关的术语—协议与服务

服务和协议是完全不同的概念。

- ❖ **服务**是一个系统内部各层向它上层提供的一组原语，服务定义了相邻两层的接口。（**垂直的概念**）
- ❖ **协议**是定义不同系统的对等层实体之间交换的帧、分组和报文的格式及意义的一组规则。只要不改变提供给用户的服务，实体可以任意改变它们的协议。（**水平的概念**）

- ❖ 在层次化结构中，每一层都可能有若干个协议。在两个(N)实体之间相互合作，共同完成(N)功能时，是受着一个或几个局部于(N)层的协议(简称(N)协议)所支配。
- ❖ (N)协议精确地规定(N)实体应如何利用(N-1)服务协同工作去完成(N)功能，以便向(N+1)实体提供(N)服务；换言之，(N)协议规定了(N)实体在执行(N)功能时的通信行为。
- ❖ 假设上面的(N)是网络层

复习

- ❖ 分层结构的特点是什么？
- ❖ 开放系统互联参考模型**OSI/RM**有哪七层？
- ❖ 哪一层是直接传输介质相连的？
- ❖ 什么是对等层？
- ❖ 一个主机与一个中继系统能否称为一对对等实体？（中继系统是网络互联的中间设备）
- ❖ 只有两个端系统的通信系统中数据的封装与拆封过程如何？增加一个或多个中继系统之后呢？（端系统是因特网上的所有主机，末端的意思）
- ❖ 什么是服务？什么是协议？

2.1 物理层

- ❖ 物理层是OSI模型的最低层或第一层，它利用传输介质为数据链路层提供物理连接。物理链路可能是双绞线、同轴电缆、光纤、卫星、微波和无线电波等。
- ❖ **网络物理问题**，如电缆断开，将影响物理层。
- ❖ 在物理连接上，数据一般都是串行传输，即一个一个比特按时间顺序传输。物理层要保证信息按比特传输的正确性（即**比特同步**），并向数据链路层提供一个透明的比特传输。
- ❖ **物理层不提供检错和纠错服务**，检错和纠错任务由数据链路层及以上层次完成。

2.1 物理层的功能描述

物理层的主要功能是完成**相邻结点**之间原始比特流的传输，通过完成**物理连接**和**数据传输**为数据链路层提供服务。

物理层协议关心的典型问题是：

- ❖ 使用什么样的物理信号来表示数据“1”和“0”；
- ❖ 一个比特持续的时间多长；
- ❖ 数据传输是否可同时在两个方向上进行；
- ❖ 最初的连接如何建立；完成通信后连接如何终止；
 - （例如10M以太网开始7个字节10101010+一个字节10101011）
- ❖ 物理接口（插头和插座）有多少针以及各针的用处。

总的来说物理层关心的是链路的机械、电气、功能和规程特性。

2.2 数据链路层

- ❖ （如果多点传输，由于物理层不编址，目的节点如何接收？
传输过来的数据如何保证正确性？）
- ❖ 数据链路层的主要功能是如何在不可靠的物理线路上进行数据的可靠传输，完成的是网络中**相邻结点之间可靠的数据通信**。
 - **编址**（物理地址，唯一的，例如网卡地址）
 - **封装成帧**：为了保证数据的可靠传输，发送方把用户数据封装成**帧（frame）**，并按**顺序**传送各帧。（对二进制位流增加控制信息）
 - **差错控制**
 - 由于物理线路的不可靠，因此发送方发出的数据帧有可能在线路上发生差错或丢失（所谓丢失实际上是数据帧的帧头或帧尾出错），从而导致接收方不能正确接收到数据帧。

- 为了保证能让接收方对接收到的数据进行正确判断，接收方要进行正确应答。发送方为每个帧加入检错码，一旦接收方通过计算发现接收到的数据有错，则发送方必须重传这一帧数据。
- 然而，相同帧的多次传送也可能使接收方收到重复帧。比如，接收方给发送方的确认帧被破坏后，发送方也会重传上一帧，此时接收方就可能接收到重复帧。数据链路层必需解决由于帧的损坏、丢失和重复所带来的问题。
- 进行流量控制，保证收发双方的速率匹配；

数据链路层的主要作用总结

❖ 数据链路层的主要作用是：通过一些数据链路层协议和链路控制规程，在不太可靠的物理链路上实现可靠的数据传输。

主要包括：

- 进行差错检测；
- 进行流量控制，保证收发双方的速率匹配；
- 帧的封装；
- 帧定界。

2.3 网络层

（数据通信中不能保证所有节点都是直接相连，所以引入网络层，实现源节点的数据能够送到目的节点。）

- ❖ 网络层—通信子网的最高层。代表通信子网向高层提供服务。
（通信子网关心的核心问题是数据的传输，差错、拥塞、找不到目的地址怎么办？不同的网络层处理方式是不一样的。）

主要功能：

- ❖ 进行**路由选择**，目的是完成网络中**主机间的数据包**传输。首先要解决统一编址（逻辑地址）的问题。
- ❖ **分组转发**。当数据包不得不跨越两个或多个网络时，又会产生很多新问题。例如第二个网络的寻址方法可能不同于第一个网络；第二个网络也可能因为第一个网络的数据包太长而无法接收；两个网络使用的协议也可能不同，等等。网络层必须解决这些问题，使异构网络能够互连。

- ❖ 在广域网中，这包括产生从源端到目的端的路由，并要求这条路径经过尽可能少的中间交换节点。如果在子网中同时出现过多的数据包，子网可能形成拥塞，必须加以避免，而拥塞控制和流量控制也属于网络层的内容。
- ❖ 在单个局域网中，网络层是冗余的，因为数据是以帧的方式直接从一台计算机传送到另一台计算机的，因此基本不需要使用网络层所提供的功能。

2.4 传输层

- ❖ 传输层（transport layer）的主要功能是完成网络中不同主机上的用户进程之间可靠的数据通信。
- ❖ 传输层要决定对会话层用户，最终对网络用户，提供什么样的服务。最好的传输连接是一条无差错的、按顺序传送数据的管道，即传输层连接是真正端到端的。换言之，源端主机上的某进程，利用报文头和控制报文与目标主机上的对等进程进行对话。

2.4 传输层的功能

- ❖ 屏蔽通信子网的通信细节
- ❖ 弥补通信子网不能满足资源子网需求的差异，例如视频点播
- ❖ 提供进程级的通信能力

注意：在传输层下面的各层中，协议是每台机器与它的直接相邻机器之间（主机- 交换节点、交换节点-交换节点）的协议，而不是最终的源端主机和目标主机之间（主机-主机）的协议。在它们中间，可能还隔着多个交换节点。即1至3层的协议是点到点的协议，而4至7层的协议是端到端的协议。

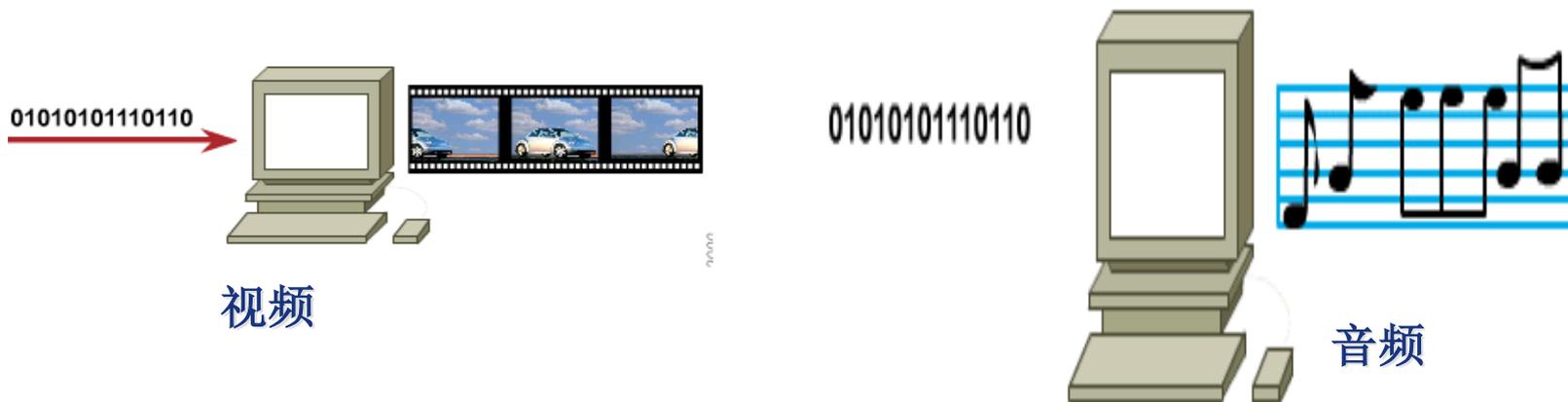
2.5 会话层

- ❖ 会话层最主要的目的是在传输层提供服务的基础上增加一些协调对话的功能，以便对上一层提供更好的服务。
- ❖ **会话的同步功能**。一个会话连接持续的时间可能很长，在此时间内，网络连接或传输连接都可能出现故障。若故障出现在会话连接即将结束时，则整个会话活动必须全部重复一遍，这显然是非常不合理的。为解决这样的问题，会话层在一个会话连接中设置一些同步点，这样，一旦传输连接出现故障，会话活动可在出故障前的最后一个同步点开始重复，而不需要全部重复一遍。

2.6 表示层

- ❖ 表示层（presentation layer）完成某些特定的功能，表示层以下各层只关心从源主机到目标主机可靠地传送比特，而表示层关心的是所传送的信息的语法和语义。
- ❖ 表示层服务的一个典型例子是对数据进行编码。大多数用户程序之间并非交换随机的比特，而是交换诸如人名、日期、货币数量和发票之类的信息。表示层保证数据在经过传递后意义不会发生变化。
- ❖ 另外，表示层还涉及数据压缩和解压、数据加密和解密等工作。

表示层数据格式的转换举例



2.7 应用层

- ❖ 唯一与终端用户打交道的一层。给用户提供了调用网络体系结构的接口。连网的目的在于支持运行于不同计算机中的进程之间进行通信，而这些进程是为用户完成不同任务而设计的。
- ❖ 可能的应用是多方面的，不受网络结构的限制。应用层（application layer）包含大量人们普遍需要的协议。
- ❖ 由于每个应用有不同的要求，应用层的协议集在ISO/OSI模型中并没有定义，但是，有些确定的应用层协议，包括虚拟终端、文件传输、和电子邮件等都可作为标准化的候选

OSI模型各层次功能总结

❖ 应用层（报文）

- 负责用户任务的描述，即相当于：做什么？

❖ 表示层（报文）

- 解决用户信息的语法表示，即相当于：任务怎么描述？

❖ 会话层（报文）

- 会话的管理与数据传输的同步，即相当于：从何时、何处开始？

❖ 传输层（报文）

- 建立一条运输的连接，即相当于：对方在何处？

❖ 网络层（分组或包）

- 选择合适的路由，即相当于：走哪条路可到达该处？

❖ 数据链路层（帧）

- 在链路上无差错地传送帧，即相当于：每一步应该怎样走？

❖ 物理层（比特）

- 将比特流送到物理媒体上传送，即相当于：怎样利用物理媒体？

以用户浏览网站为例

数据封装

当用户输入要浏览的网站信息后就由**应用层**产生相关的数据，通过**表示层**转换成为计算机可识别的**ASCII**码，再由**会话层**产生相应的主机进程传给传输层。**传输层**将以上信息作为数据并加上相应的端口号信息以便目的主机辨别此报文，得知具体应由本机的哪个任务来处理；在**网络层**加上**IP**地址使报文能确认应到达具体某个主机，再在**数据链路层**加上**MAC**地址，转成**bit**流信息，从而在网络上传输。

以用户浏览网站为例

数据解封

报文在网络上被各主机接收，**数据链路层**通过检查报文的**目的MAC地址**判断是否是自己需要处理的报文，如果发现**MAC地址**与自己不一致，则丢弃该报文，一致，就去掉**MAC**信息送给**网络层**判断其**IP地址**；然后**传输层**根据报文的**目的端口号**确定是由本机的哪个进程来处理，这就是报文的解封装过程。

OSI模型总结

- ❖ 值得注意的是，OSI模型本身不是网络体系结构的全部内容，这是因为它并未确切地描述用于各层的协议和实现方法，而仅仅告诉我们每一层应该完成的功能。不过，ISO已经为各层制定了相应的标准，但这些标准并不是模型的一部分，它们是作为独立的国际标准而被发布的。
- ❖ 明确了三个基本概念：服务、接口和协议

复习

❖ **OSI**参考模型的七层分别要实现哪些功能？

小结

本教学单元里学习了以下内容：

- 掌握网络体系结构的概念；
- 掌握OSI参考模型的基本知识；
- 掌握七层中每一层的功能；
- 掌握每一层中的主要设备；
- 掌握层与层之间的关系。

Thank you!