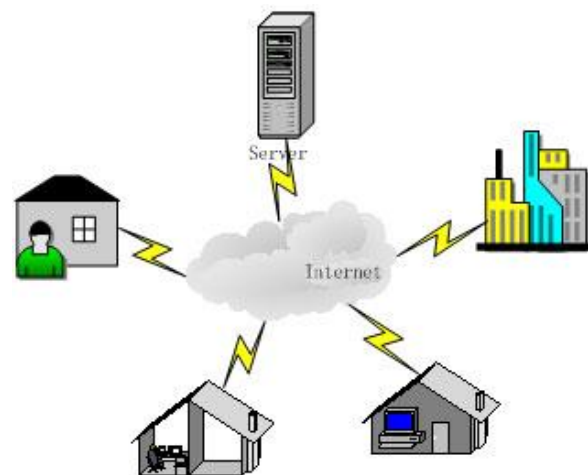




计算机专业课程

计算机网络

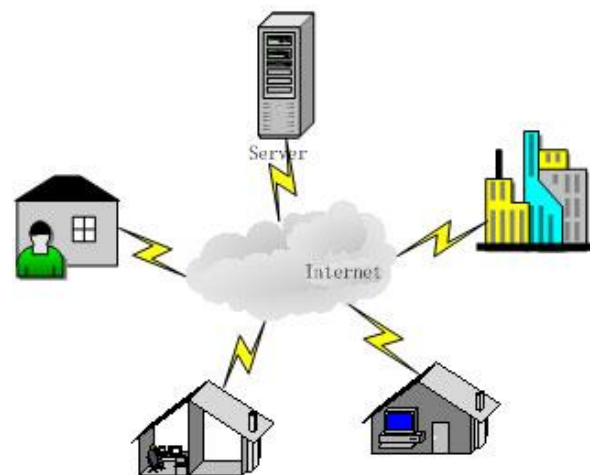
河海大学 计信院





计算机专业课程

网络体系结构





计算机专业课程

1.1 计算机网络体系结构概述

OSI 的体系结构



TCP/IP 的体系结构



五层协议的体系结构





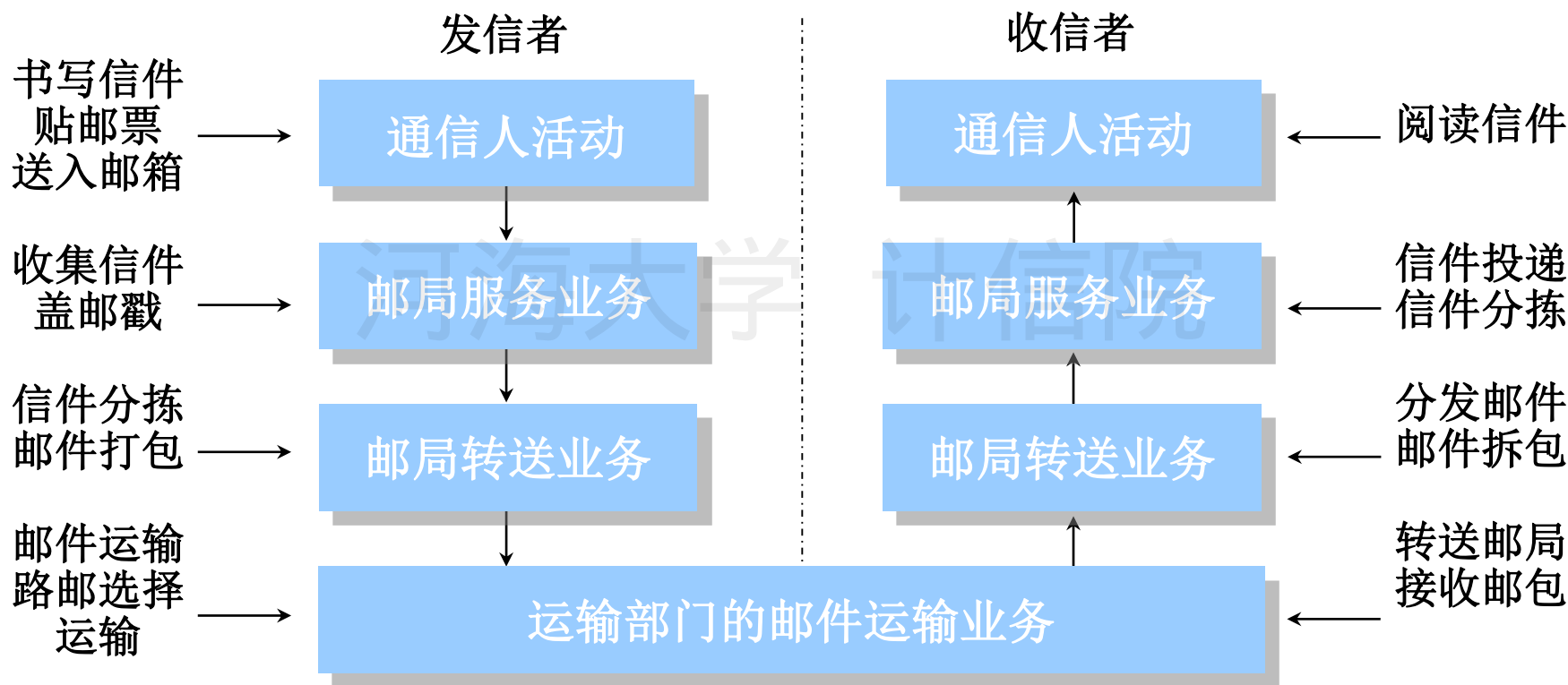
计算机网络的体系结构

计算机网络的体系结构是从功能的角度描述计算机网络的
结构。计算机网络的体系结构：对计算机网络及其部件所
完成功能的比较精确的定义。

注意：仅仅定义了网络及其部件通过协议应完成的功能；不
定义协议的实现细节和各层协议之间的接口关系。



分层次的体系结构

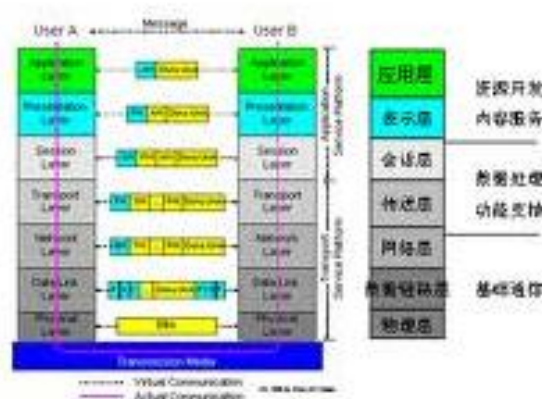


邮政系统信件发送、接收过程示意图



1.2 OSI参考模型

河海大学 计信院





开放系统互连参考模型（OSI/RM）

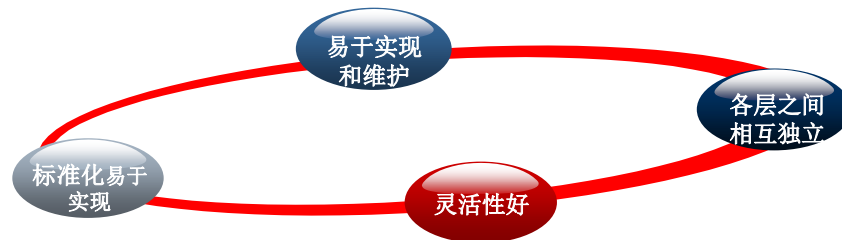
用简称 OSI/RM 来表示 **开放系统互连参考模型** (Open System Interconnection/reference model)。所谓“**开放**”，就是指：只要遵循 OSI 标准，一个系统就可以和世界上任何地方的、也遵循这同一标准的其他任何系统进行通信。

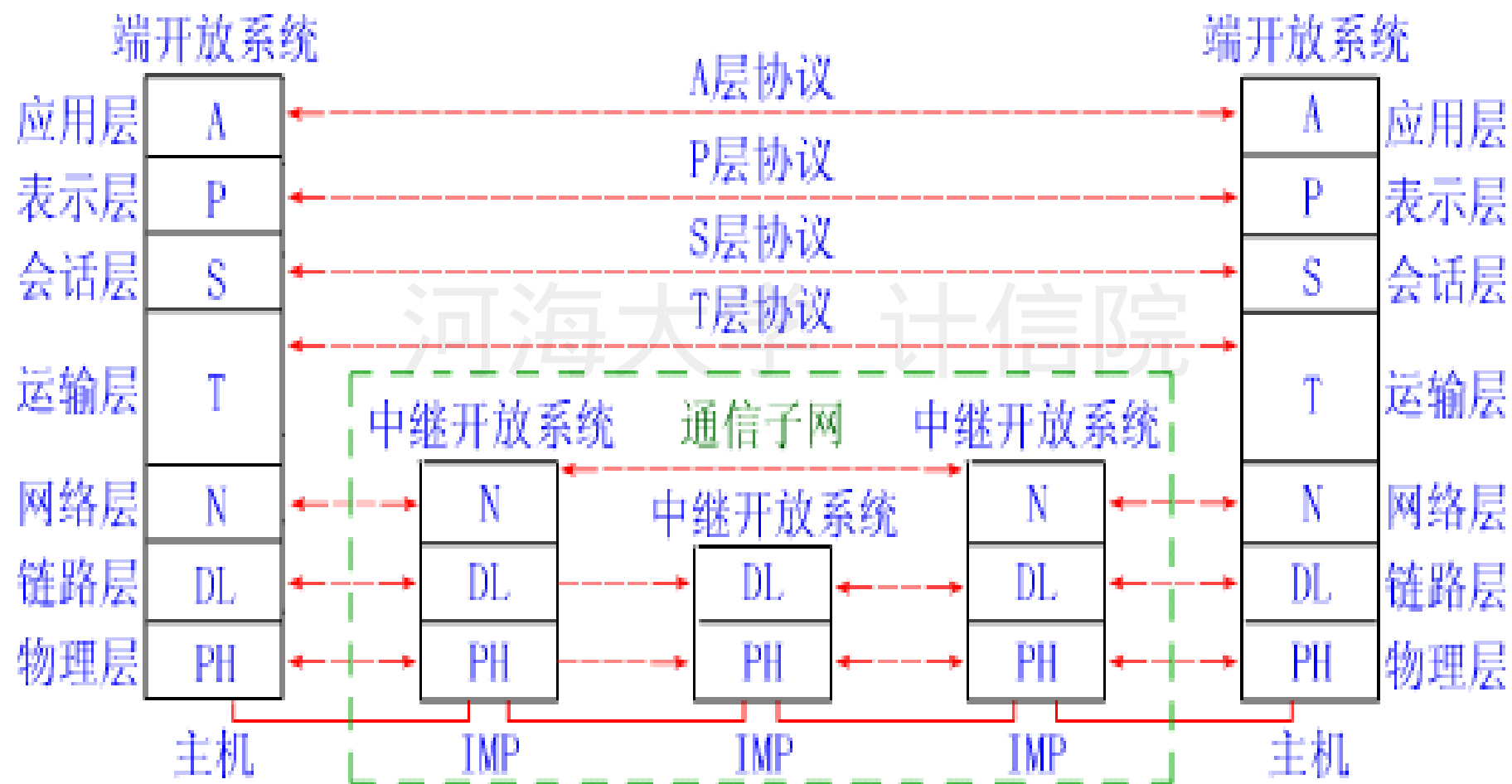


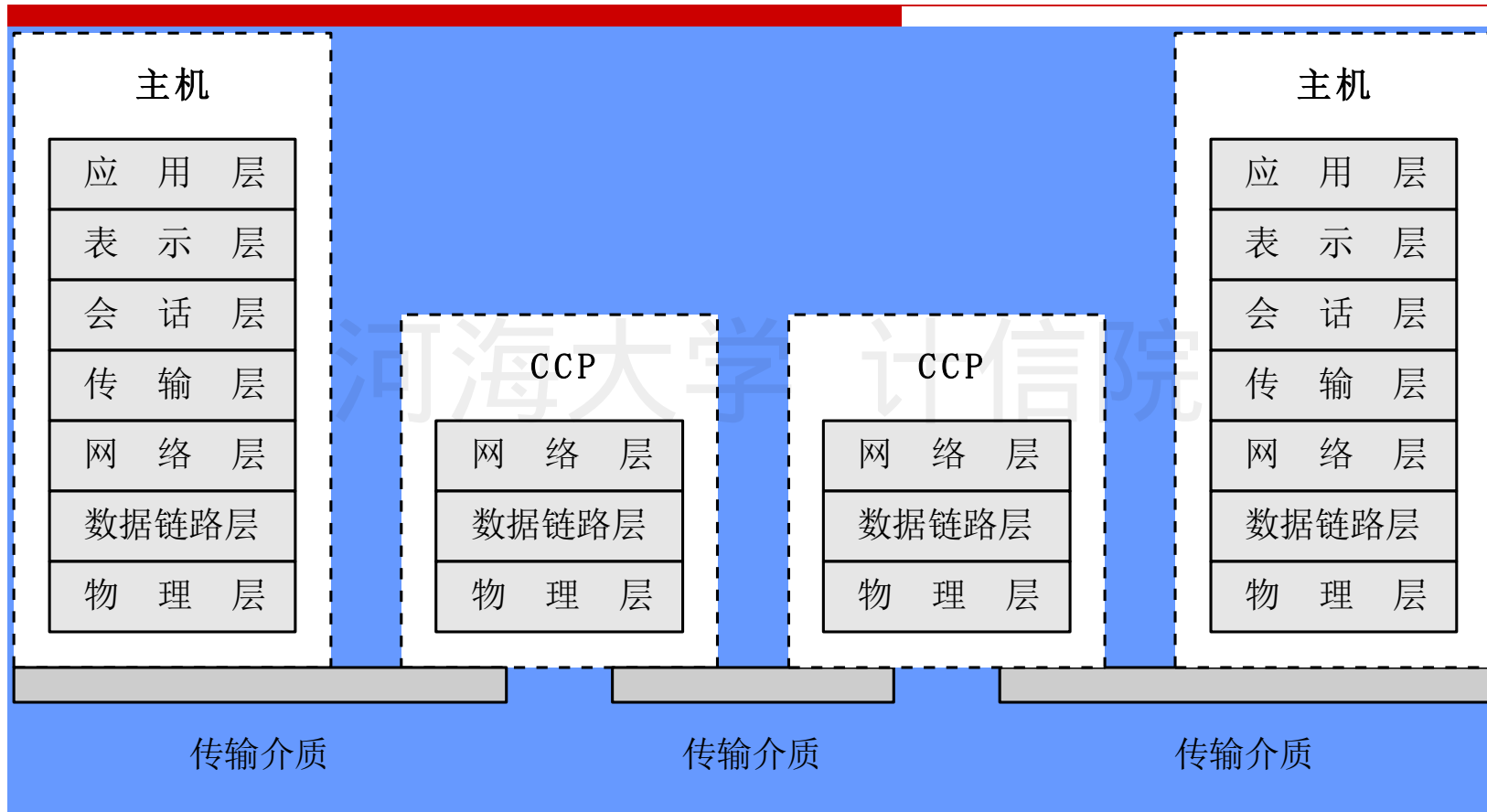
OSI / RM的分层结构与主要功能

分层原则

- ① 结构的层次不能太多，以免造成系统结构的繁杂；结构的层次也不能太少会使每层协议过于复杂
- ② 当必须区分不同类型功能群时，应设置一个层次
- ③ 每一层只与它相邻的上、下层发生关系，且层与层边界的选取应使通过边界的信息量尽可能少
- ④ 每层功能应非常明确

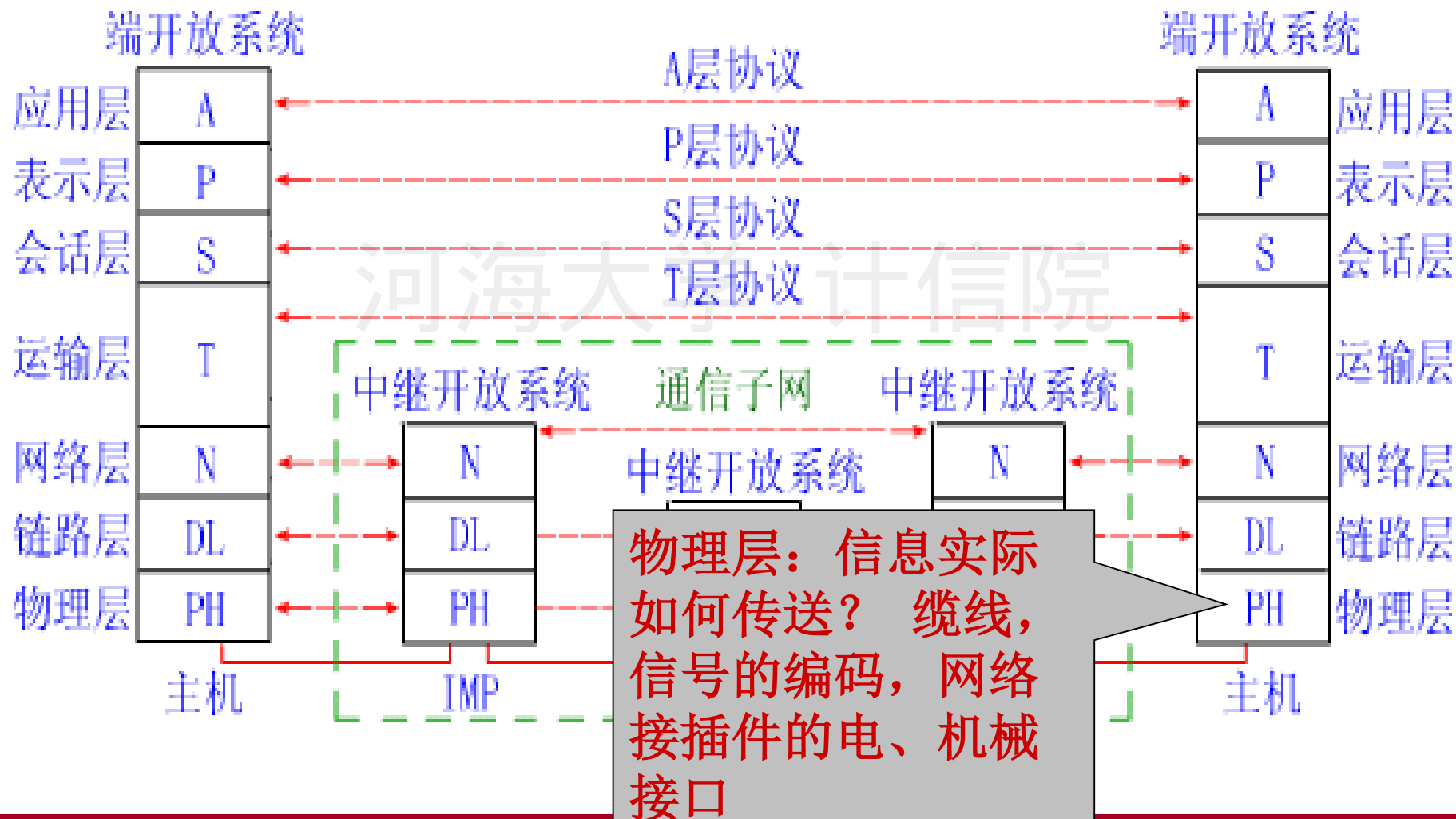






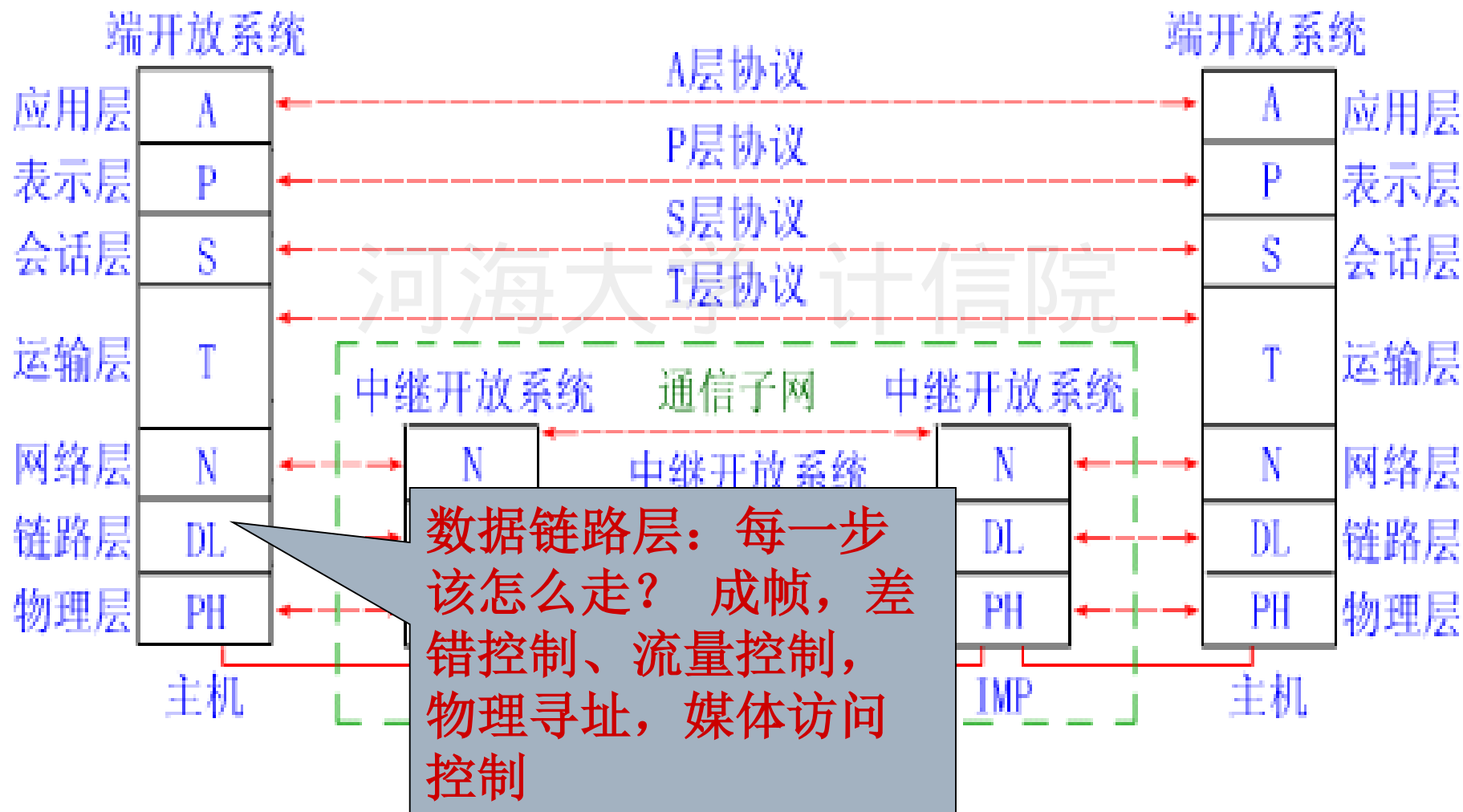


各层的主要功能



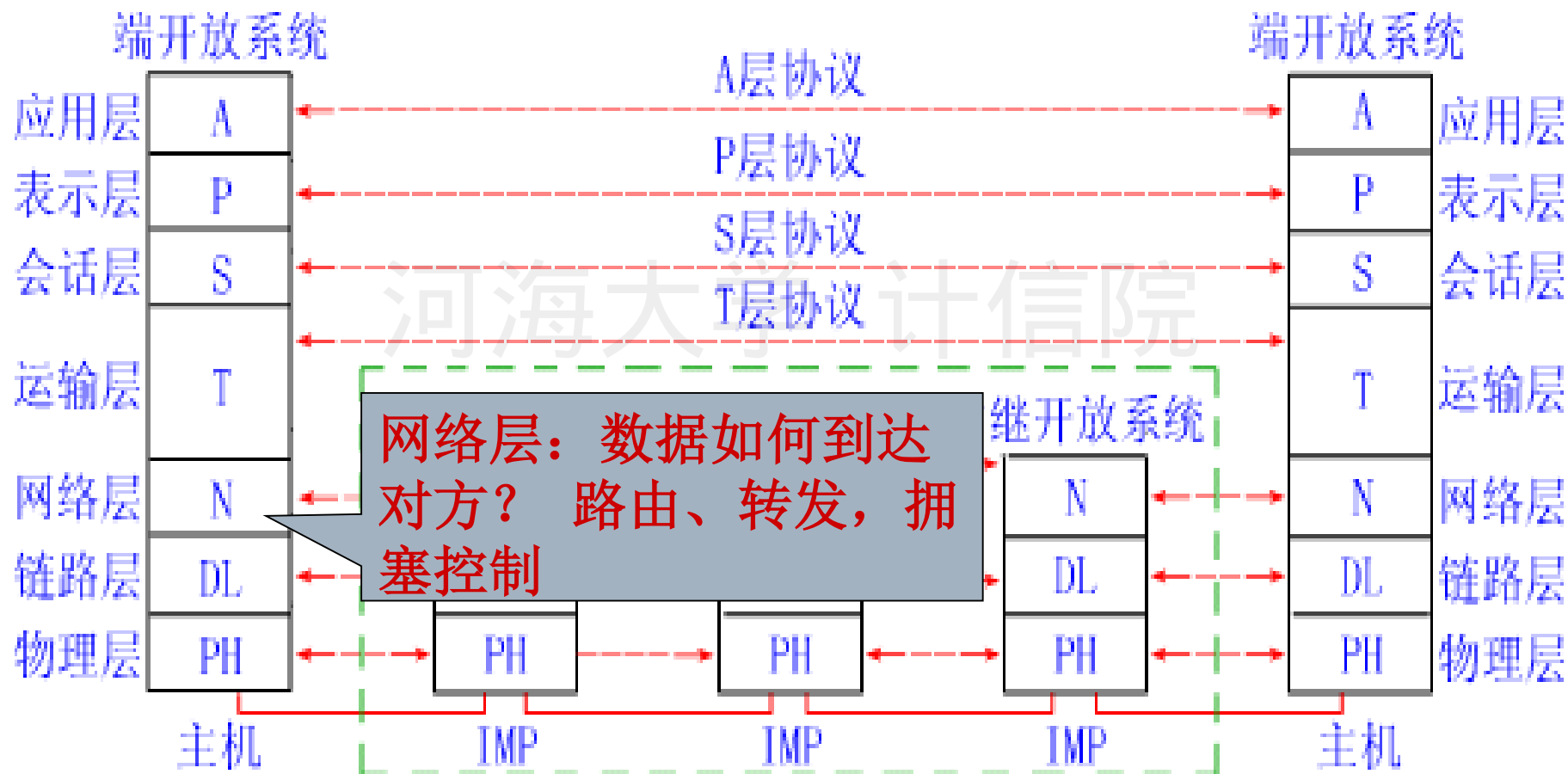


各层的主要功能



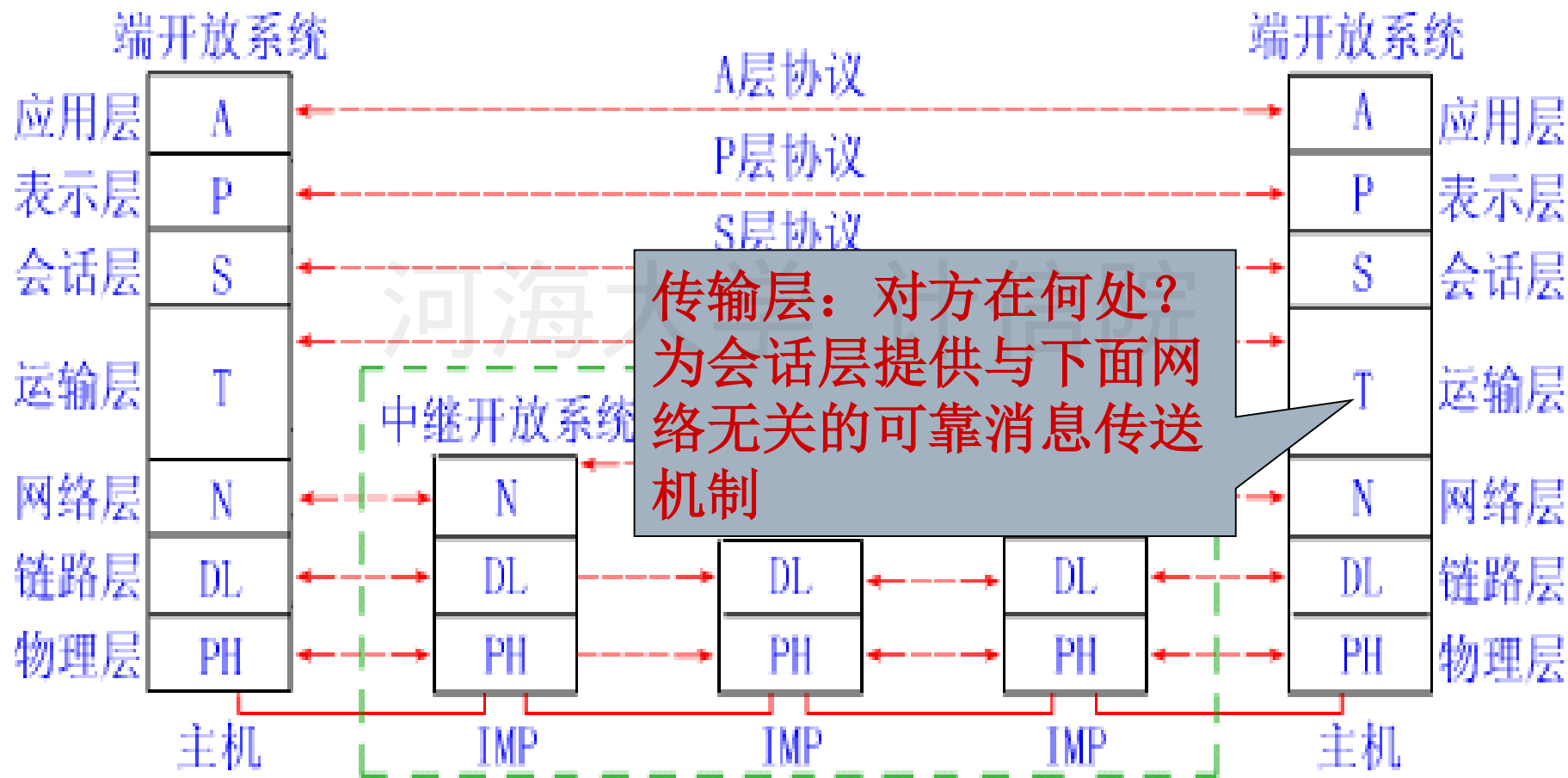


各层的主要功能



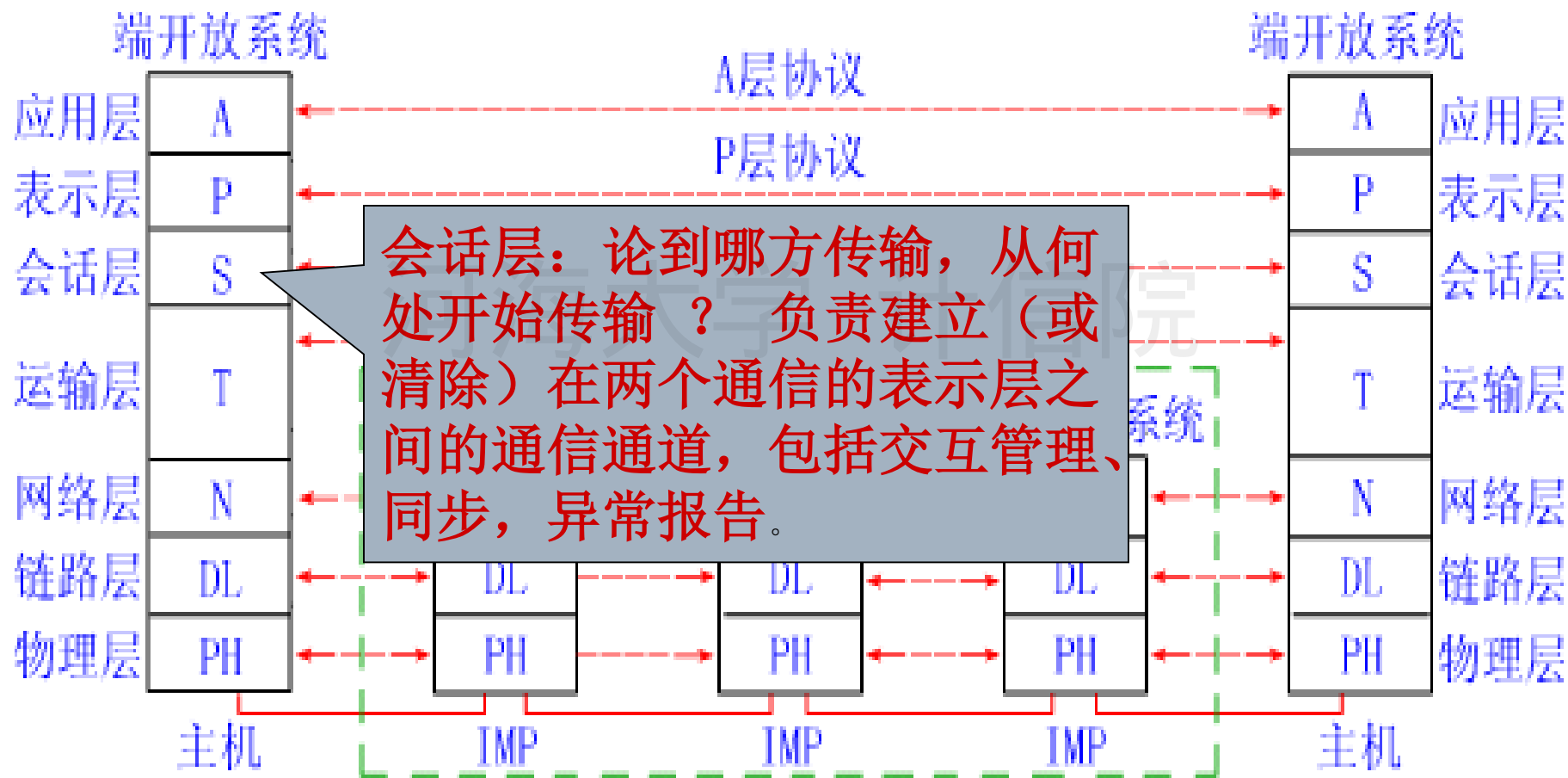


各层的主要功能



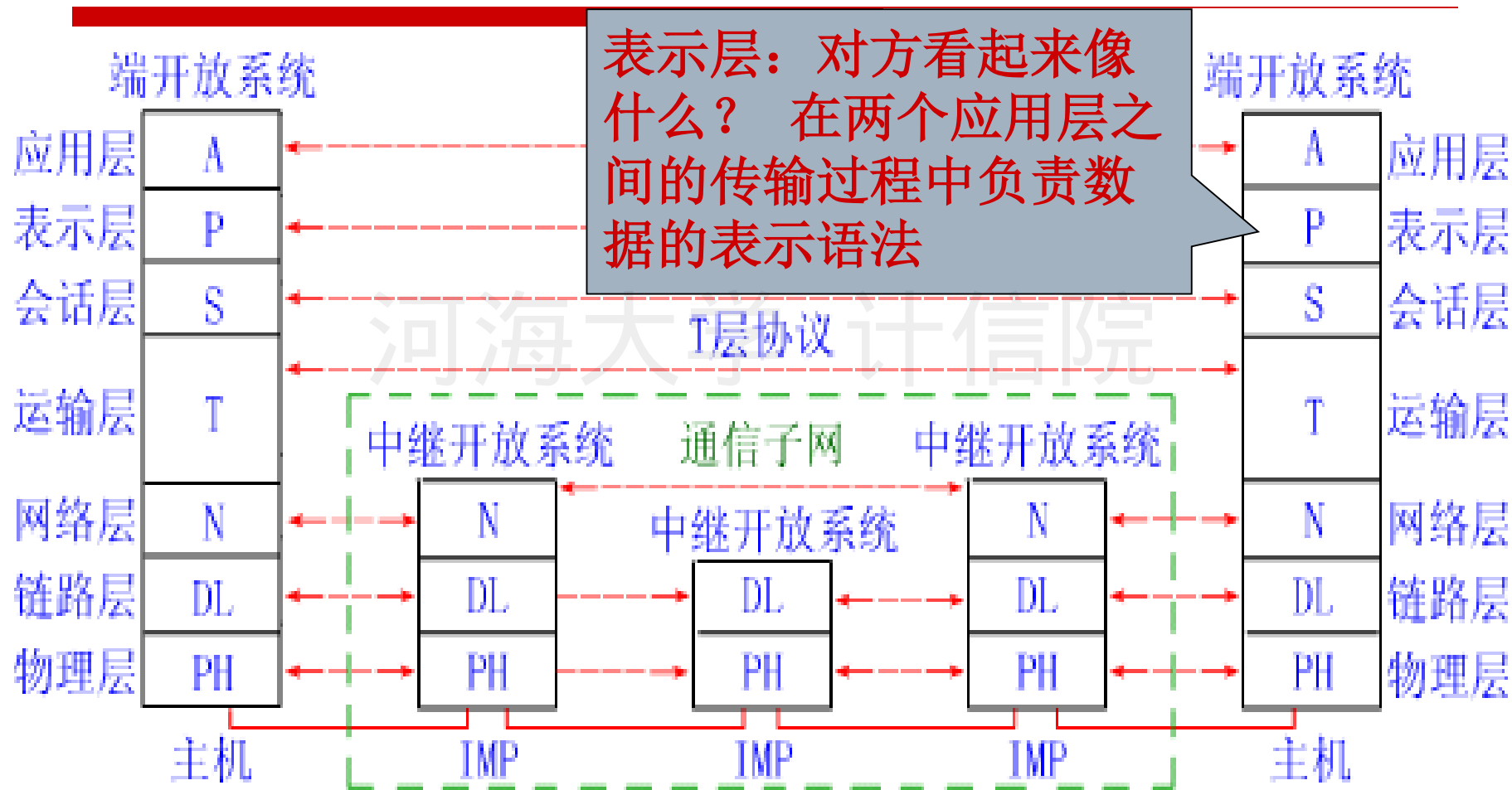


各层的主要功能



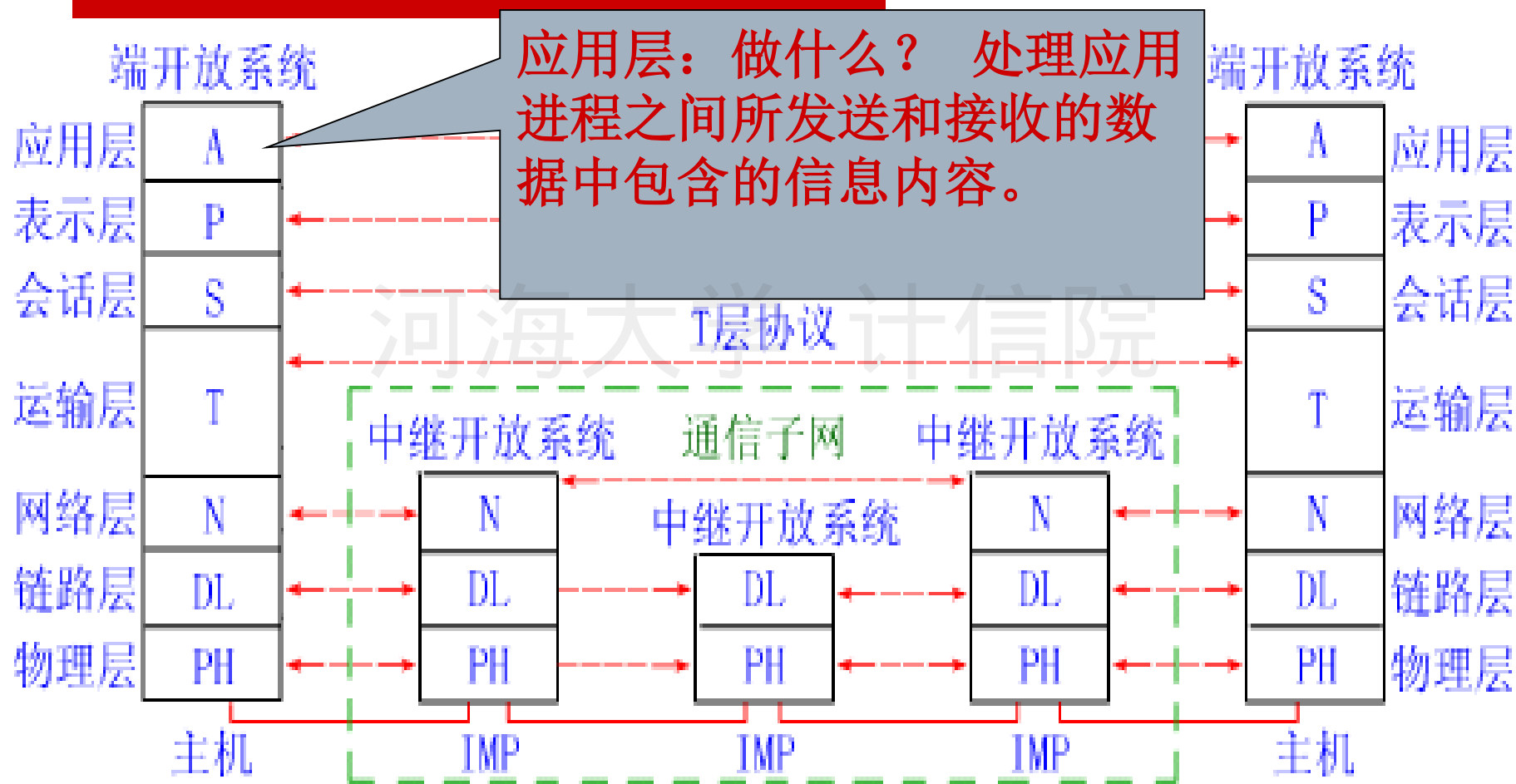


各层的主要功能





各层的主要功能

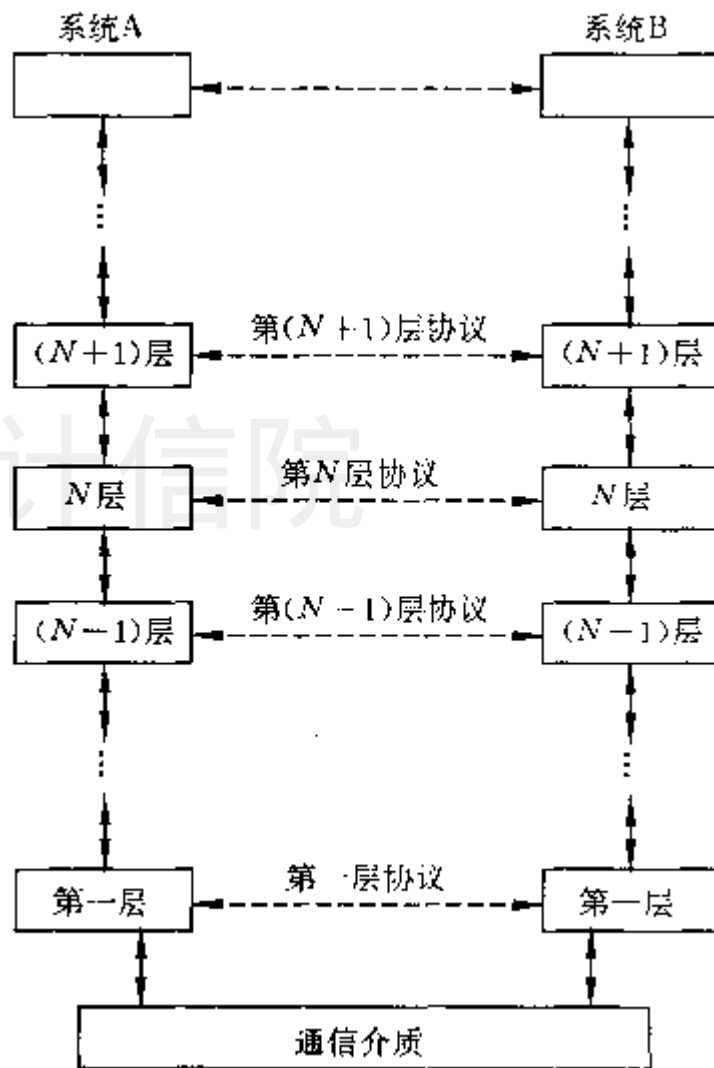




对等层、实体、对等实体

对等层：在分层结构中，处于相同位置的层次。对等层实现的功能相同。比如发送方的应用层和接收方的应用层是对等层，发送方的网络层和接收方的网络层是对等层。

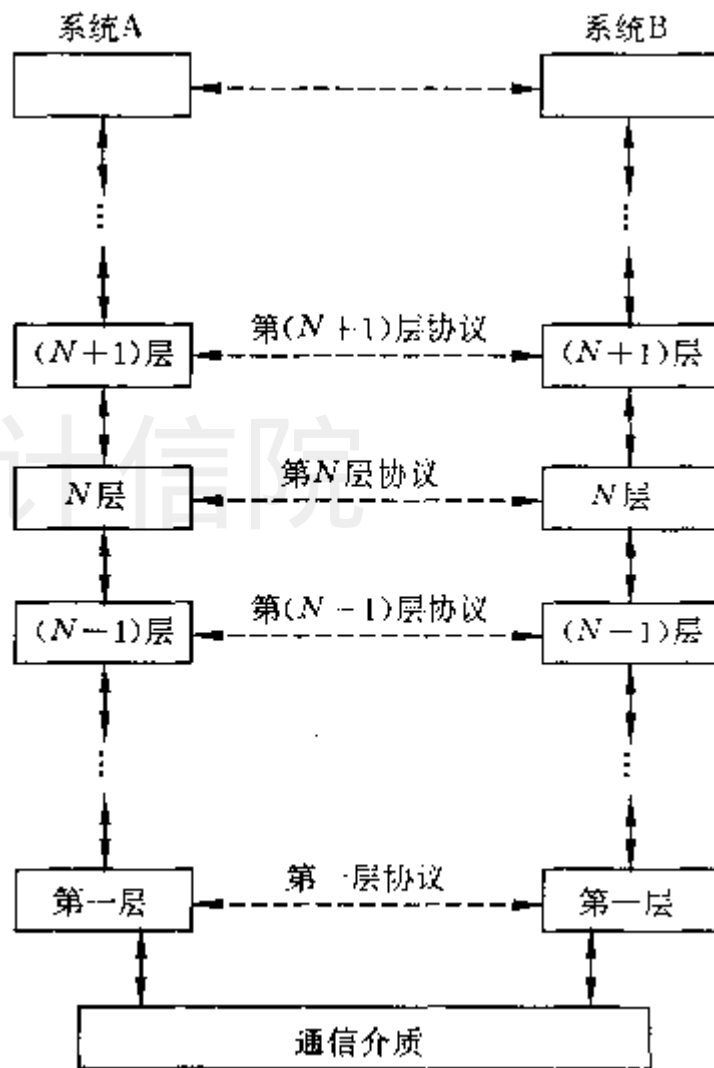
实体：在某个层中完成某个特定功能的软件或者硬件模块。





对等层、实体、对等实体

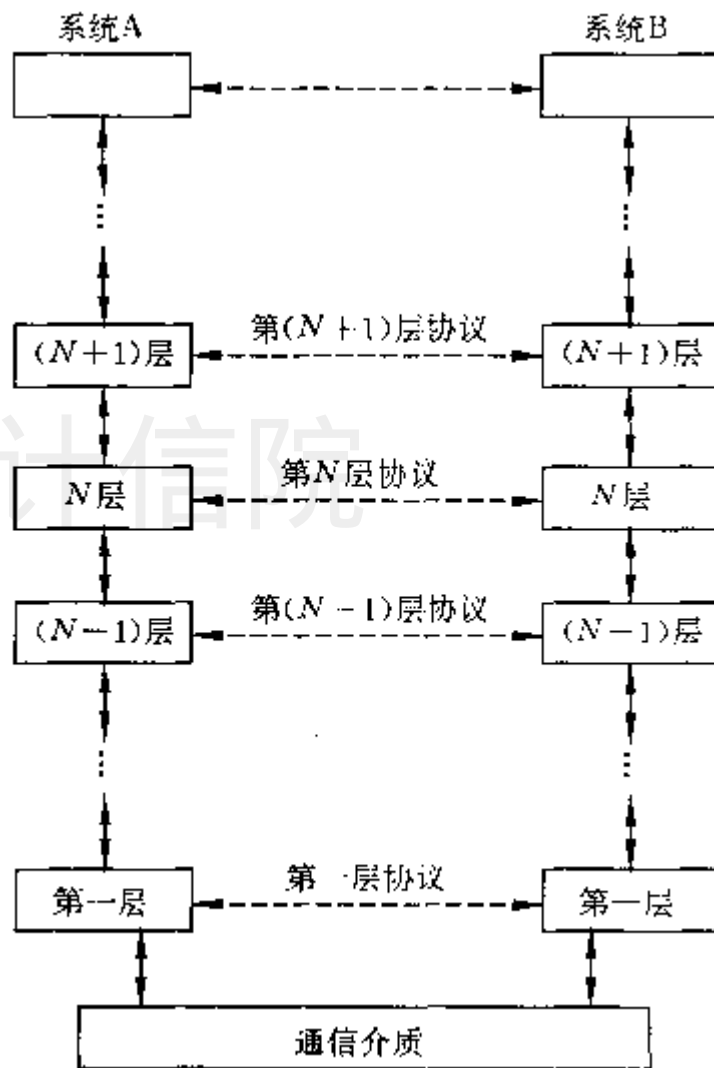
对等实体：收发双方处于对等层中的功能实体。实体可能是一个硬件，或者一个软件，只要他们的功能相同。比如发送方传输层的TCP模块和接收方的TCP模块，发送方的传输层的UDP模块和接收方的UDP模块。但是发送方传输层的TCP模块和接收方UDP模块不是对等实体。因为他们两个虽然都是传输层的，但是实现的功能不同，TCP实现面向连接的传输，UDP实现的是非连接传输，他们之间不能传输数据。





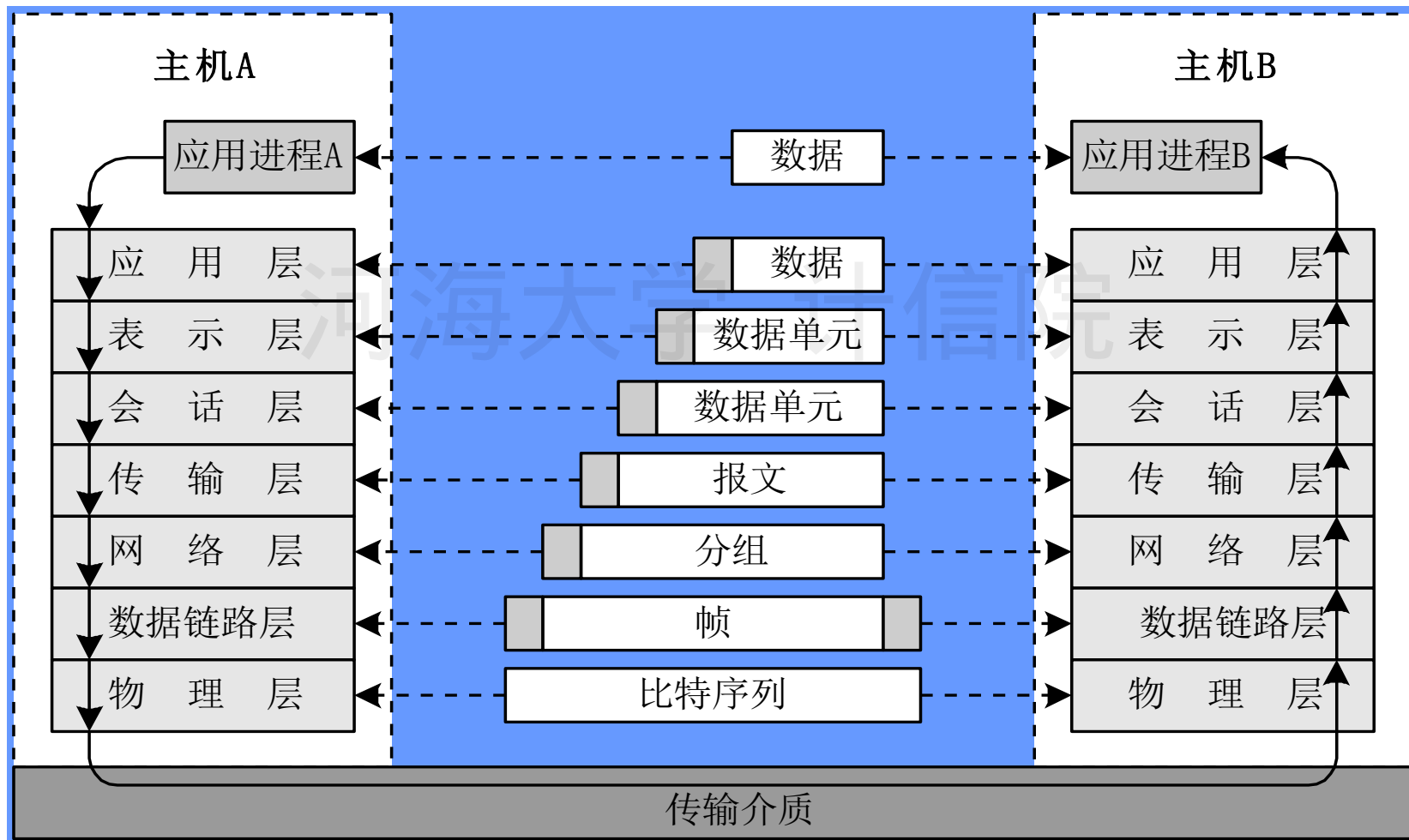
虚拟通信及实际信息流向

在分层结构中，通信在对等层的实体（对等实体）之间进行。实际上，除物理层外，同等层之间并没有直接的物理通信。尽管第N层协议是不同机器上两个N层实体之间的通信规则，但这个通信是虚的。因此对等层之间的通信为虚拟通信。实际的通信在相邻层之间通过层间接口进行。



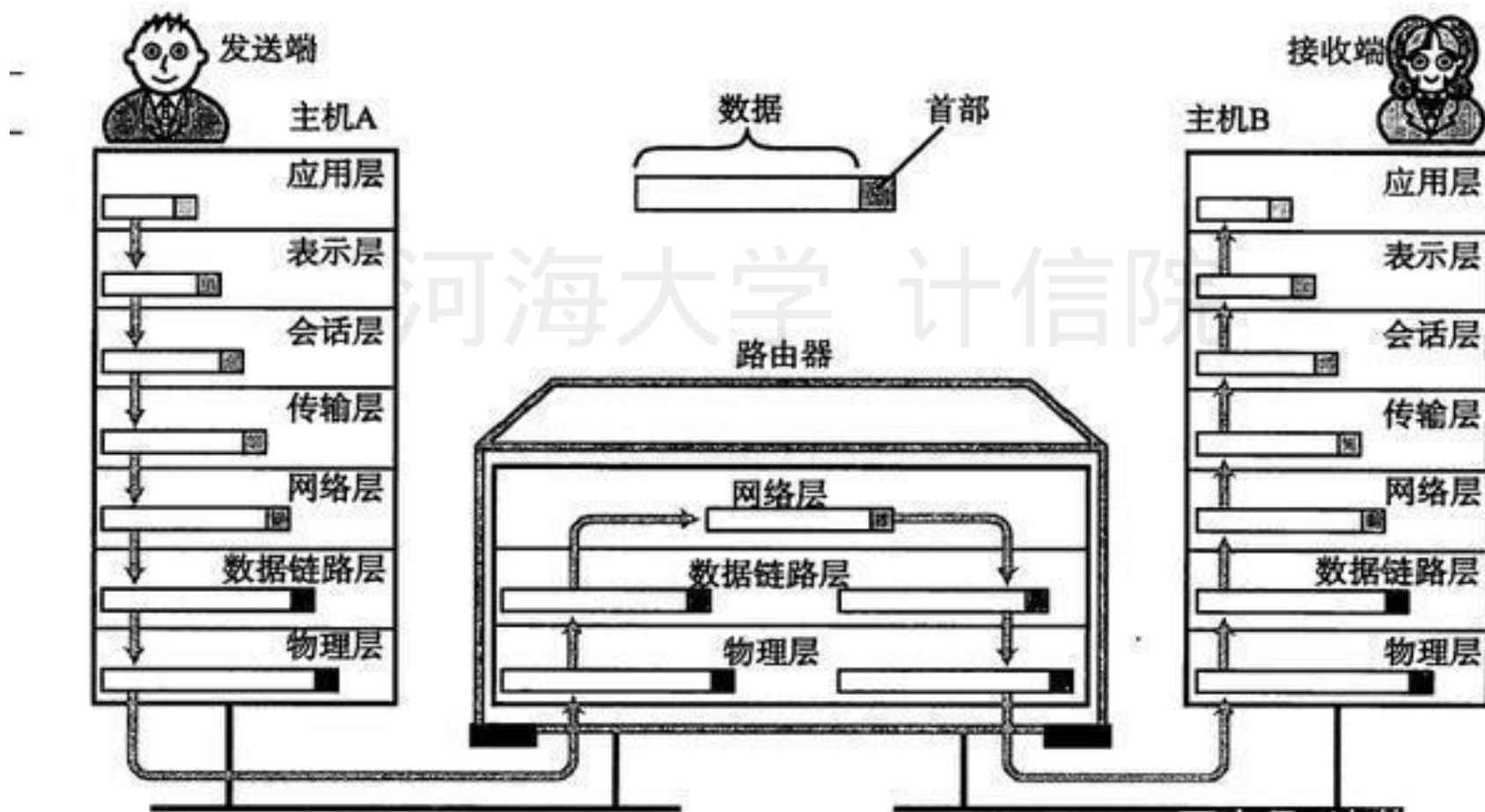


虚拟通信及实际信息流向





虚拟通信及实际信息流向





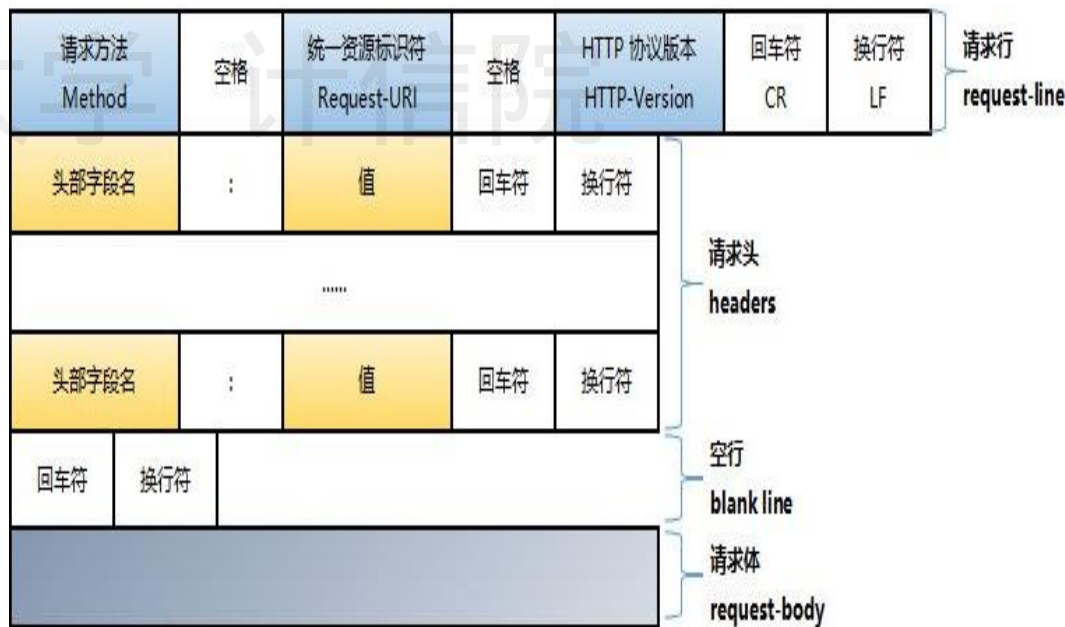
网络协议

控制两个对等实体进行通信规则的集合。为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议。一个网络协议主要由以下三个要素组成：

(1) 语法：数据的结构或格式，也就是指数据呈现的顺序。

(2) 语义：每一部分的含义。一个特殊的位模式应怎样解释？基于这样的解释又该采取什么行动？

(3) 同步（规则）：数据在何时应当发送出去以及数据应当发送得多快。



应用层HTTP协议格式



网络协议

控制两个对等实体进行通信规则的集合。为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议。一个网络协议主要由以下三个要素组成：

(1) 语法：数据的结构或格式，也就是指数据呈现的顺序。

(2) 语义：每一部分的含义。一个特殊的位模式应怎样解释？基于这样的解释又该采取什么行动？

(3) 同步（规则）：有2个特点：数据在何时应当发送出去以及数据应当发送得多快。

```
GET / 1.1
```

```
Host: www.hhu.edu.cn
```

```
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; Win64; x64; rv:73.0) Gecko/20100101  
Firefox/73.0
```

```
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,*/*;q=0.8
```

```
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8,zh-TW;q=0.7,zh-HK;q=0.5,en-US;q=0.3,en;q=0.2
```

```
Accept-Encoding: gzip, deflate
```

```
Connection: keep-alive
```

```
Upgrade-Insecure-Requests: 1
```

```
Pragma: no-cache
```

```
Cache-Control: no-cache
```

应用层HTTP协议格式（访问www.hhu.edu.cn）



网络协议

控制两个对等实体进行通信规则的集合。为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议。一个网络协议主要由以下三个要素组成：

- (1) 语法：数据的结构或格式，也就是指数据呈现的顺序。
- (2) 语义：每一部分的含义。一个特殊的位模式应怎样解释？基于这样的解释又该采取什么行动？
- (3) 同步（规则）：数据在何时应当发送出去以及数据应当发送得多快。



传输层TCP协议格式



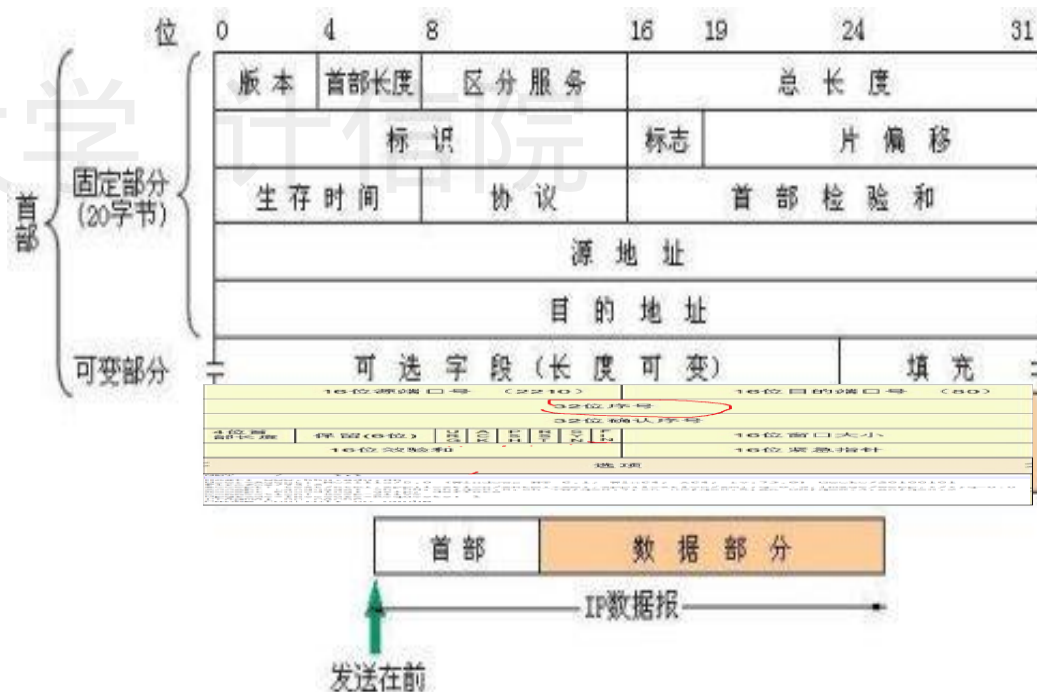
网络协议

控制两个对等实体进行通信规则的集合。为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议。一个网络协议主要由以下三个要素组成：

(1) 语法：数据的结构或格式，也就是指数据呈现的顺序。

(2) 语义：每一部分的含义。一个特殊的位模式应怎样解释？基于这样的解释又该采取什么行动？

(3) 同步（规则）：数据在何时应当发送出去以及数据应当发送得多快。





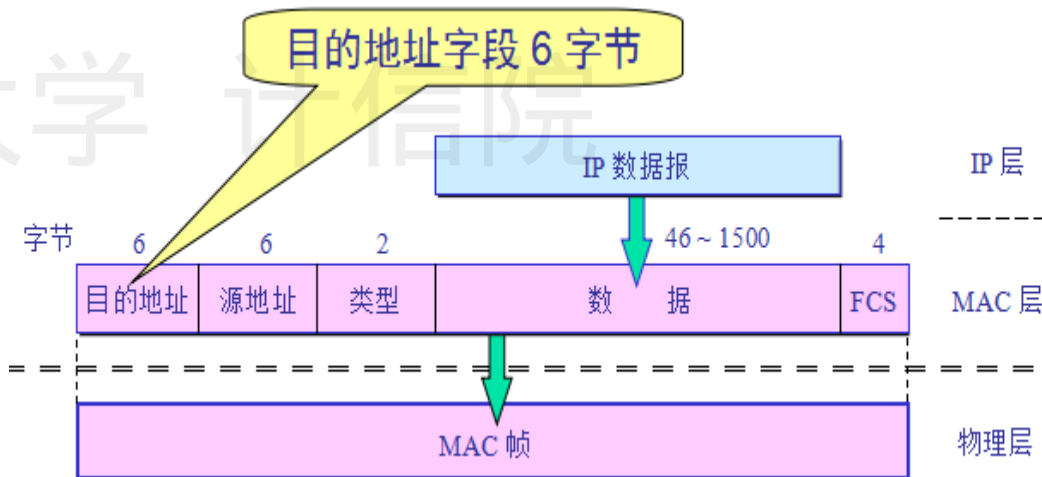
网络协议

控制两个对等实体进行通信规则的集合。为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议。一个网络协议主要由以下三个要素组成：

(1) 语法：数据的结构或格式，也就是指数据呈现的顺序。

(2) 语义：每一部分的含义。一个特殊的位模式应怎样解释？基于这样的解释又该采取什么行动？

(3) 同步（规则）：数据在何时应当发送出去以及数据应当发送得多快。



链路层以太网帧格式



协议、服务、服务访问点

协议和服务在概念上是不一样的：

协议：计算机网络同等层次中，通信双方进行信息交换时必须遵守的规则。

服务：层间交换信息时必须遵守的规则。

(1) 协议的实现保证了能够向上一层提供服务。本层的服务用户只能看见服务而无法看见下面的协议，下面的协议对上面的服务用户是透明的。

(2) 协议是“水平的”，即协议是控制对等实体之间通信的规则；但服务是“垂直的”，即服务是由下层向上层通过层间接口提供的。



协议、服务、服务访问点

在同一系统中相邻上下两层的实体进行交互(即交换信息)的地方, 通常称为**服务访问点SAP (Service Access Point)**。服务访问点SAP是一个抽象的概念, 它实际上就是一个逻辑接口。

- 1、任何层间服务是在接口的SAP上进行的;
- 2、每个SAP有唯一的识别地址;
- 3、每个层间接口可以有多个SAP。

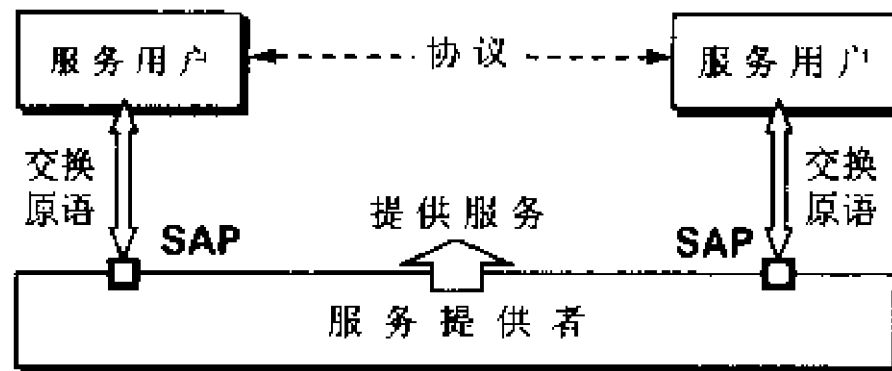


图 1-14 相邻两层之间的关系



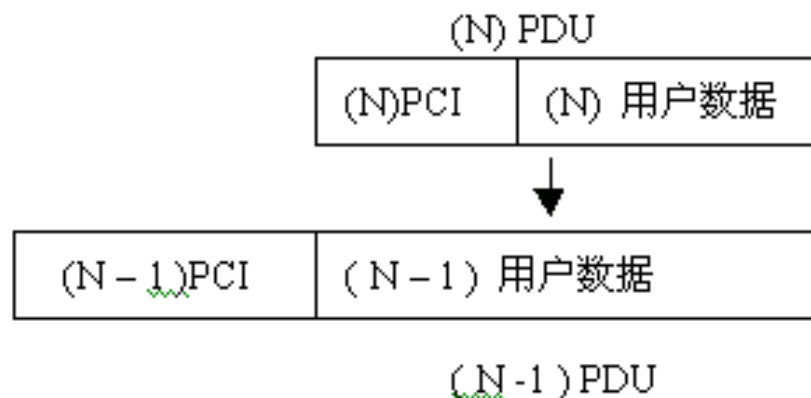
信息传送单元

1 协议数据单元 (PDU)

协议数据单元就是不同站点的各层对等实体之间，为实现该层协议所交换的信息单元。第N层协议数据单元记为 (N) PDU

(N) PDU含2个部分：本层的用户数据和本层的协议控制信息：

$(N) PDU = (N) PCI + (N) \text{ 用户数据}$





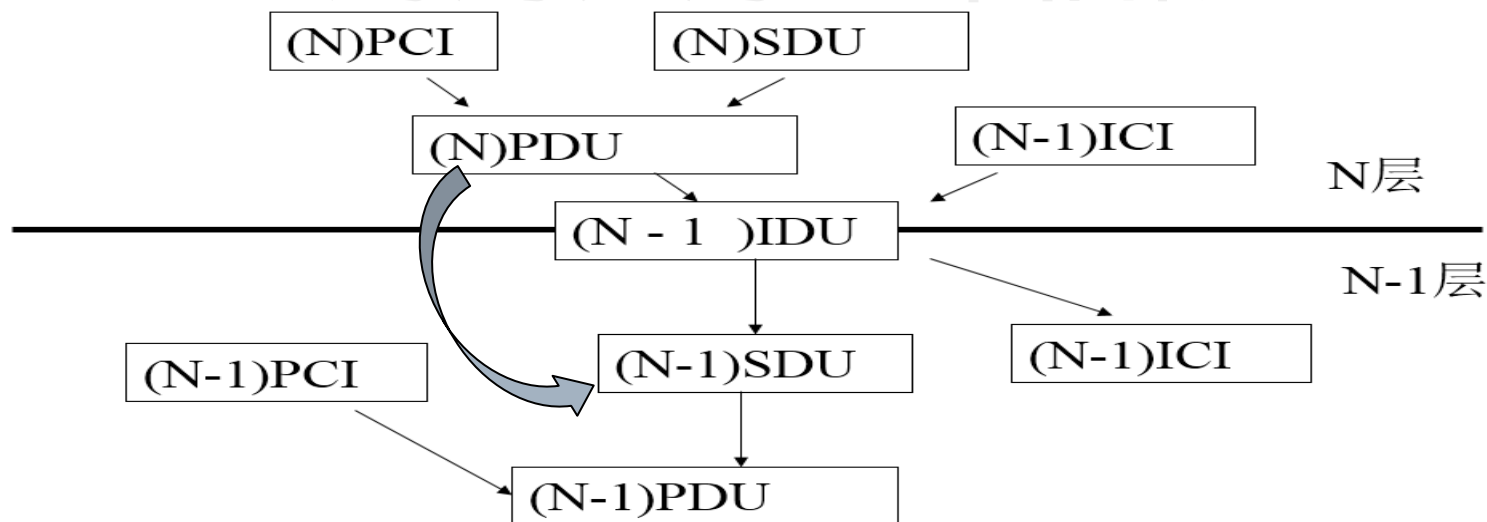
信息传送单元

2 接口数据单元 (IDU)

在同一系统中的相邻实体的依次交互中，经过层间接口的信息单元。

3 服务数据单元 (SDU)

实体为了完成服务用户所请求的功能所需要的数据单元。



PDU IDU SDU的关系



下层向上层提供的服务

通信服务可以分为两大类：

面向连接服务（connect-oriented service）；

无连接服务（connectless service）。

- 面向连接服务与无连接服务对实现服务的传输可靠性与协议复杂性有很大的影响；
- 根据主机间数据传输的可靠性要求和效率的不同，设计者可以选择面向连接服务与无连接服务的类型；
- 在网络数据传输的各层，如物理层、数据链路层、网络层与传输层都会涉及面向连接服务与无连接服务的问题。

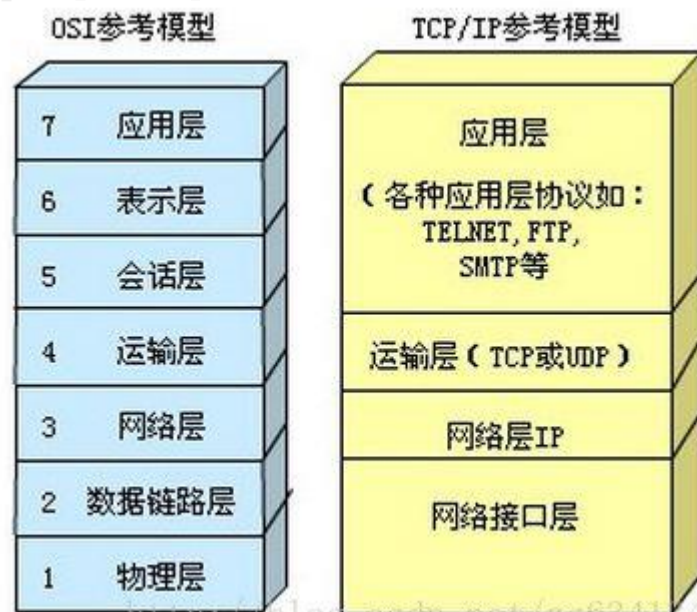


1.3 TCP/IP体系结构



TCP/IP体系结构

- 1 网络接口层：有时也称作数据链路层或网络接口层。
- 2 网络层：有时也称作互联网层，处理分组在网络中的活动。
- 3 运输层：主要为两台主机上的应用程序提供端到端的通信。
- 4 应用层：负责处理特定的应用程序细节。



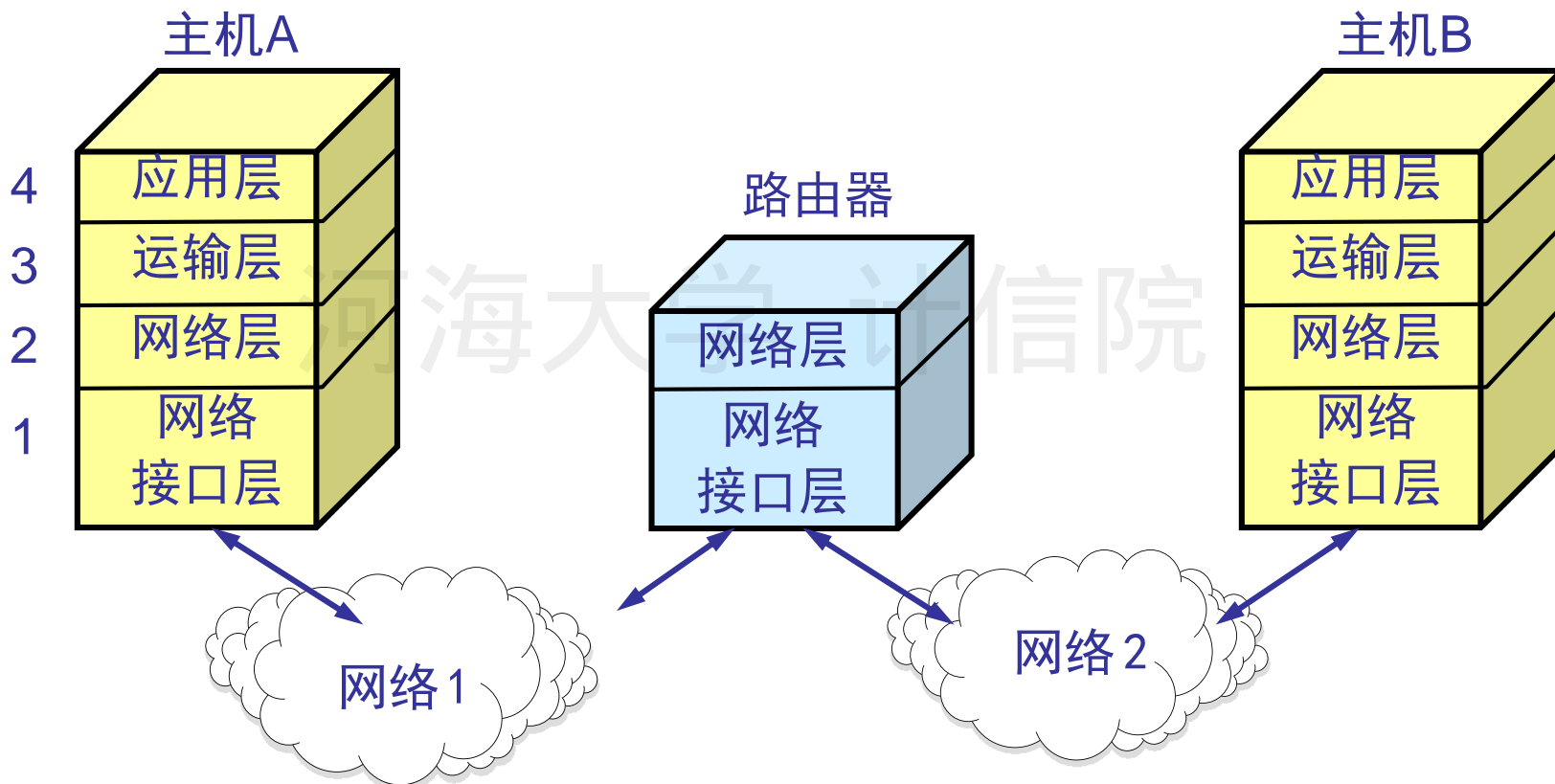


TCP/IP参考模型的发展

- ❑ 1974年最早提出了TCP/IP参考模型；
- ❑ TCP/IP协议一共出现了6个版本，后3个版本是版本4、版本5与版本6；
- ❑ 独立于特定的网络硬件，可以运行在局域网、广域网，更适用于互连网中；
- ❑ 统一的网络地址分配方案，使得整个TCP/IP设备在网中都具有惟一的地址；
- ❑ 目前我们使用的是版本4，它的网络层IP协议一般记作IPv4；
- ❑ 版本6的网络层IP协议一般记作IPv6（或IPng, IP next generation）；



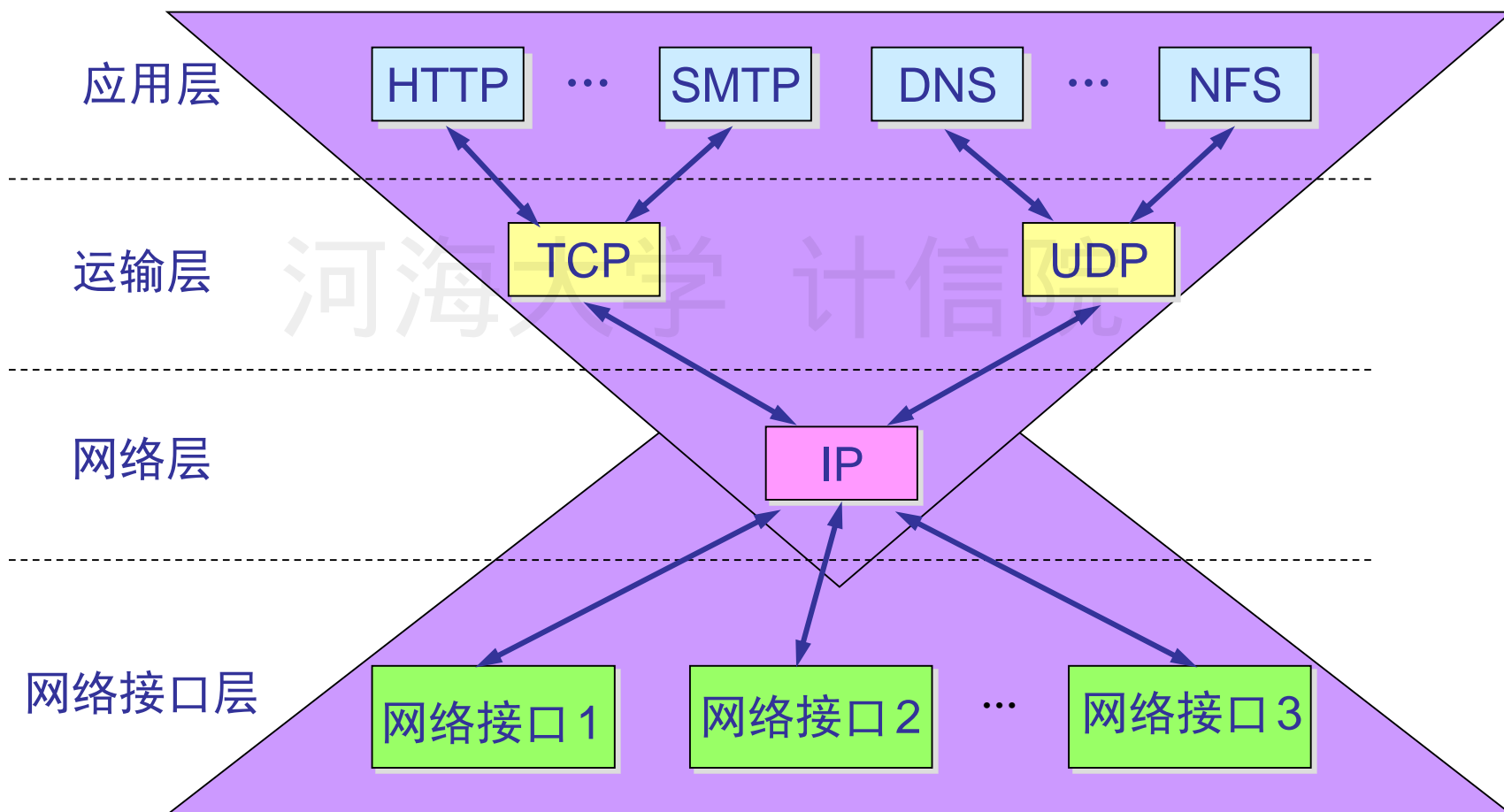
TCP/IP的体系结构



路由器在转发分组时最高只用到网络层
而没有使用运输层和应用层。



TCP/IP的体系结构主要协议





网络接口层

- 参考模型的最低层，负责通过网络发送和接收IP数据报；
- 允许主机连入网络时使用多种现成的与流行的协议，如局域网的Ethernet、令牌网、分组交换网的X.25、帧中继、ATM协议等；
- 当一种物理网被用作传送IP数据包的通道时，就可以认为是这一层的内容；
- 充分体现出TCP/IP协议的兼容性与适应性，它也为TCP/IP的成功奠定了基础。



网络层

- 相当OSI参考模型网络层无连接网络服务；
- 处理互连的路由选择、流控与拥塞问题；
- IP协议是无连接的、提供“尽力而为”服务的网络层协议。

传输层

- 主要功能是在互连网中源主机与目的主机的对等实体间建立用于会话的端-端连接；
- 传输控制协议TCP是一种可靠的面向连接协议；
- 用户数据报协议UDP是一种不可靠的无连接协议。



应用层

应用层协议主要有：

- ❑ 网络终端协议Telnet；
- ❑ 文件传输协议FTP；
- ❑ 简单邮件传输协议SMTP；
- ❑ 域名系统DNS；
- ❑ 简单网络管理协议SNMP；
- ❑ 超文本传输协议HTTP。



OSI参考模型与TCP/IP参考模型的比较

对OSI参考模型的评价：

- ❑ 层次数量与内容选择不是很好，会话层很少用到，表示层几乎是空的，数据链路层与网络层有很多的子层插入；
- ❑ 寻址、流控与差错控制在每一层里都重复出现，降低系统效率；
- ❑ 数据安全性、加密与网络管理在参考模型的设计初期被忽略了；
- ❑ 参考模型的设计更多是被通信的思想所支配，不适合于计算机与软件的工作方式；
- ❑ 严格按照层次模型编程的软件效率很低。



对TCP/IP参考模型评价

- 在服务、接口与协议的区别上不很清楚，一个好的软件工程应该将功能与实现方法区分开，参考模型不适合于其他非TCP/IP协议族；
- TCP/IP参考模型的网络接口层层本身并不是实际的一层；
- 物理层与数据链路层的划分是必要和合理的，而TCP/IP参考模型却没有做到这点。



TCP/IP体系结构下的数据传输

在我的浏览器中访问河海大学主页<http://www.hhu.edu.cn>。

首先实际的数据传递都是在两个程序之间的。比如你访问河海大学主页，实际数据通信就是你的浏览器和河海大学主页的Web服务软件（IIS、TOMCAT等）之间。





TCP/IP体系结构下的数据传输

在我的浏览器中访问河海大学主页<http://www.hhu.edu.cn>。

如何标识程序？

端口：每个参与网络通信的程序都至少有一个2个字节的无符号的数字标识，比如：80,8080,7001等。端口保证在每个计算机上唯一识别程序，即每个计算机上各程序的端口都不会相同。这些端口有些是程序启动起来操作系统自动分配的，比如你的浏览器启动起来，也会有端口，端口号我们不清楚，是操作系统自动分配的。再比如我们开发WEB程序，TOMCAT等程序启动时，都会预先分配固定的端口比如80或者8080等，这样方便客户端连接。就像一个商场提供服务，肯定要告诉别人他在哪。

IP地址：在互联网中，每个计算机都需要至少有一个IP地址，在网络中唯一标识自己。



TCP/IP体系结构下的数据传输

在我的浏览器中访问河海大学主页<http://www.hhu.edu.cn>。

如何标识程序？

IP地址 + 端口。 实际上是三元组，还有协议，目前我们按照两个部分介绍。**IP**地址唯一确定了该程序所在的计算机，端口确定了该计算机中的唯一的程序。

通信之前你的计算机的**IP**地址是已知的，浏览器的端口号是已知的（浏览器启动后操作系统自动分配的）。河海大学主页的**Web**服务软件的所在的**IP**需要知道，端口号需要知道。如何知道呢？



TCP/IP体系结构下的数据传输

在我的浏览器中访问河海大学主页<http://www.hhu.edu.cn>。

如何标识程序？

IP地址 + 端口。实际上是三元组，还有协议，目前我们按照两个部分介绍。**IP地址**唯一确定了该程序所在的计算机，**端口**确定了该计算机中的唯一的程序。

浏览器中输入：<http://www.hhu.edu.cn>

其中：www.hhu.edu.cn是域名，可以被自动解析得到**IP地址**，即河海大学**Web服务**所在的计算机的**IP地址**。该服务软件的端口号默认为**80**。如果不是**80**，我们需要在网址中加，比如**8000**，则输入的网址应该为：

<http://www.hhu.edu.cn:8000>



在我的浏览器中访问河海大学主页 <http://www.hhu.edu.cn>。

浏览器端数据发送处理

Web服务器端数据接收处理

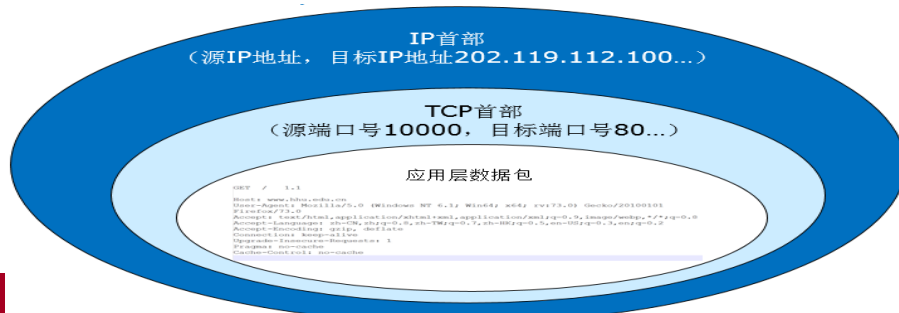
应用层 (HTTP)

```
GET / 1.1
Host: www.hhu.edu.cn
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; Win64; x64; rv:73.0) Gecko/20100101
Firefox/73.0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,*/*;q=0.8
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8,zh-TW;q=0.7,zh-HK;q=0.5,en-US;q=0.3,en;q=0.2
Accept-Encoding: gzip, deflate
Connection: keep-alive
Upgrade-Insecure-Requests: 1
Pragma: no-cache
Cache-Control: no-cache
```

传输层 (TCP)



网络层 (IP)





在我的浏览器中访问河海大学主页<http://www.hhu.edu.cn>。

```
GET / 1.1

Host: www.hhu.edu.cn
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; Win64; x64; rv:73.0) Gecko/20100101
Firefox/73.0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/webp,*/*;q=0.8
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8,zh-TW;q=0.7,zh-HK;q=0.5,en-US;q=0.3,en;q=0.2
Accept-Encoding: gzip, deflate
Connection: keep-alive
Upgrade-Insecure-Requests: 1
Pragma: no-cache
Cache-Control: no-cache
```

Web服务器端数据接收处理



第四节 网络标准化组织



1、标准创建委员会

在建立网络标准以确保通信和网络设备有统一的标准方面，许多美国和国际组织发挥了重要的作用。这些组织包括：

- 国际标准化组织 (I S O)
- 国际通信联盟 (I T U) [电信标准部 (ITU-T)]
- 美国国家标准化局 (ANSI)
- 电气电子工程师协会 (I E E E)
- 电子工业联合会 (E I A)
- 万维网联盟 (W3C)
- 开放移动联盟 (OMA)



美国国家标准局 (ANSI)

- ANSI (American National Standards Institute)
- 由公司、政府和其他组织成员组成的自愿组织。
- 定义了光线分布式接口 (FDDI) 的标准。



电子电器工程师协会（IEEE）

- IEEE (Institute Of Electrical And Electronics Engineers)
- 提供了网络硬件上的标准使不同网络硬件厂商生产的硬件产品互相联通。
- 定义了802. X协议族



国际通信联盟 ITU

- ITU (International Telecomm Union)
- 定义了广域网连接的电信网络的标准
- X. 25、Frame Relay等



国际标准化组织（ISO）

- ISO (Institute Organization For Standardization)
- 负责制定大型网络的标准
- OSI参考模型

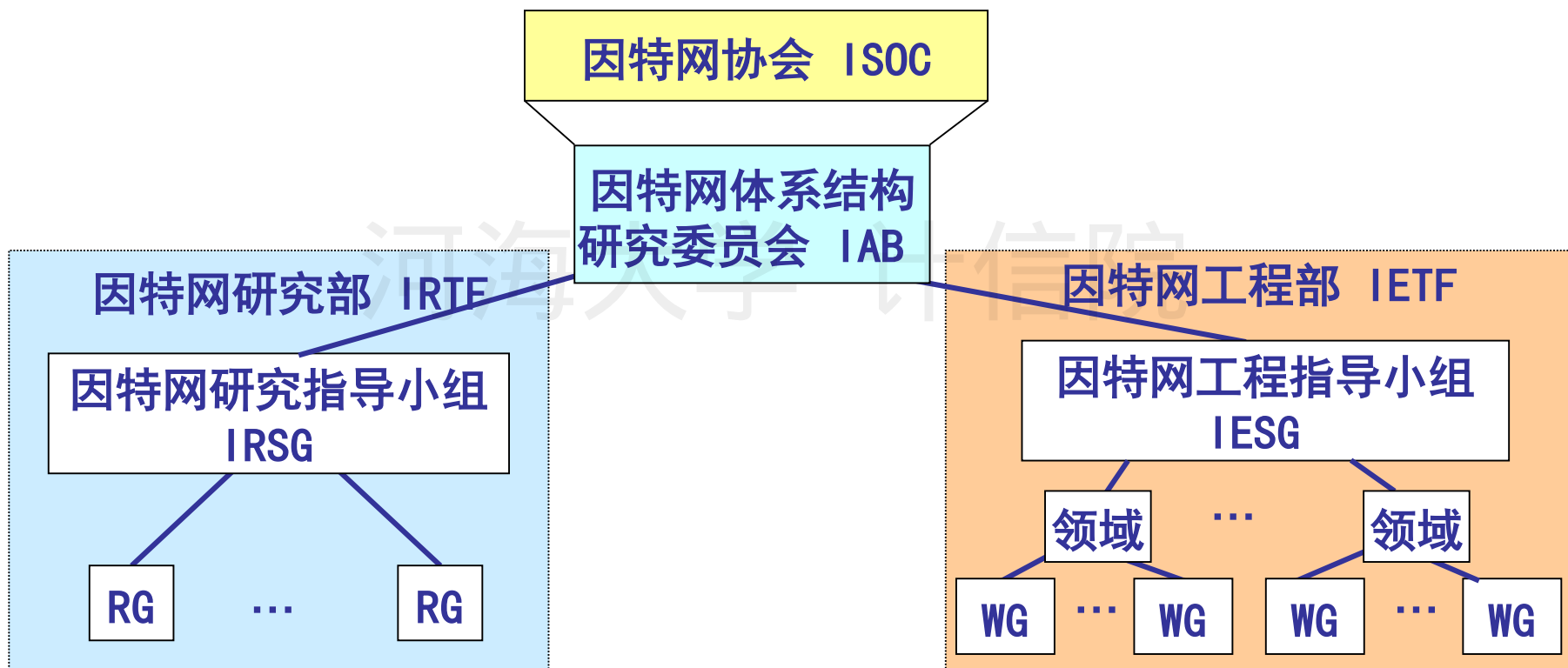


电子工业协会 (EIA/TIA)

- EIA/TIA (Electronic Industries Association/Telecomm Industries Association)
- 定义了网络线缆的标准及线缆的布放标准
- 网络线缆标准：RS232、CAT5、HSSI、V.24
- 线缆的布放标准：EIA/TIA 568B



2、因特网的标准化工作





制订因特网的正式标准要经过以下的四个阶段

- 因特网草案 (Internet Draft) ——在这个阶段还不是 RFC 文档。
- 建议标准 (Proposed Standard) ——从这个阶段开始就成为 RFC 文档。
- 草案标准 (Draft Standard)
- 因特网标准 (Internet Standard)



作业:

- 1 试述OSI/RM参考模型的分层结构，以及各层的主要功能。
- 2 什么是网络协议？网络协议的三个要素是什么？各有什么含义？
- 3 协议与服务有何区别？有何关系？
- 4 什么是PDU，简述其组成。
- 5 简述TCP/IP分层和OSI/RM参考模型各包含哪些层次。简述TCP/IP各层的功能。



河海大学 计信院

谢 谢!