



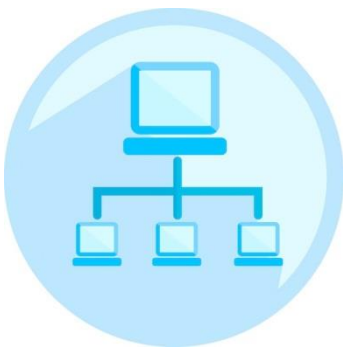
计算机网络



顾 军

计算机学院

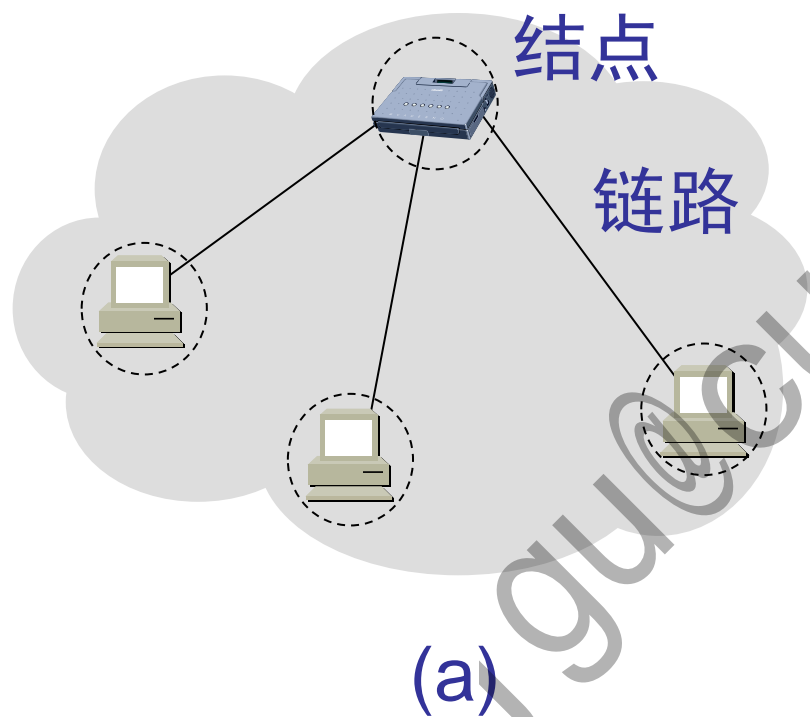
jgu@cumt.edu.cn



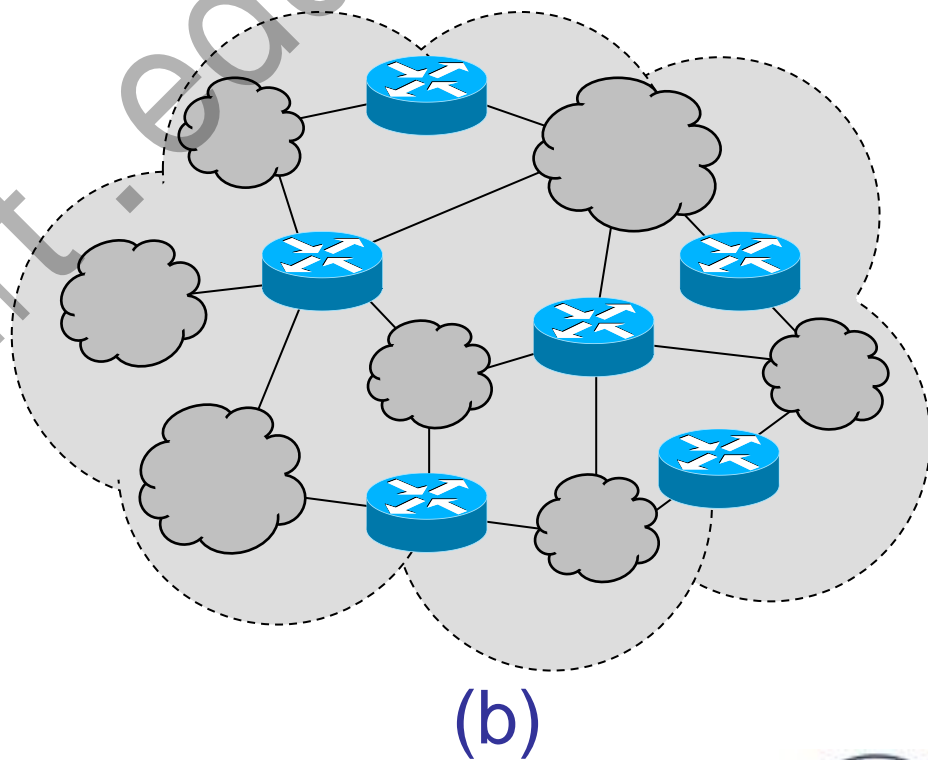


专题1：计算机网络长啥样

网络

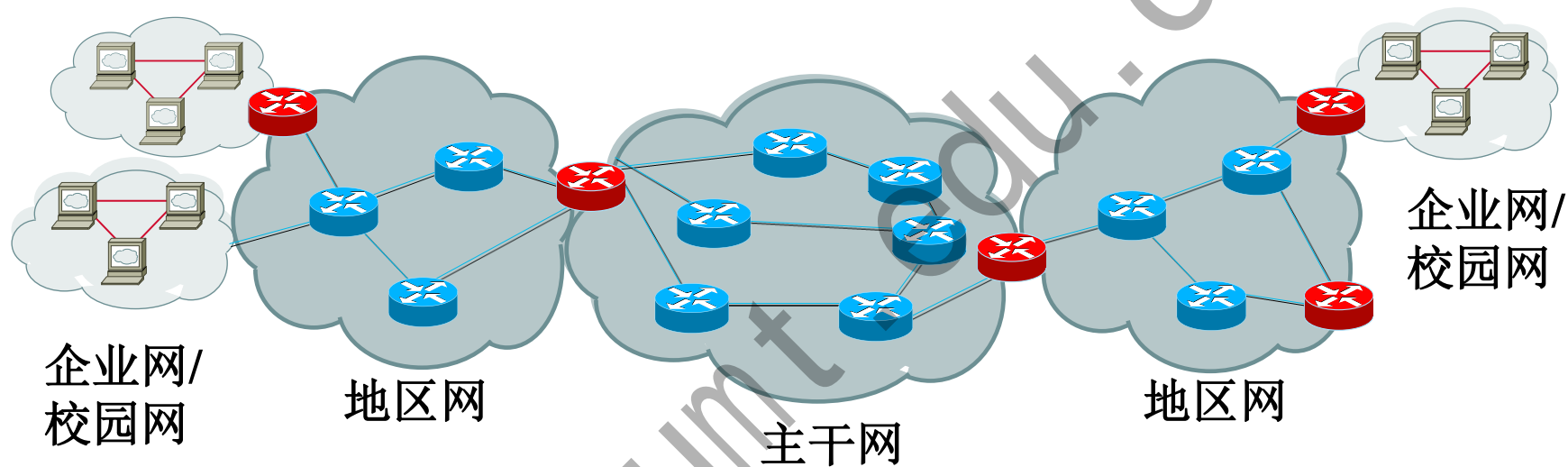


互联网（网络的网络）





Q9: 横向分块还是纵向分层?



- 计算机网络中的信息交互过程不只是简单的组合连接关系，还有层层递进的透明使用需求和服务保证关系。





分层的引入

- 相互通信的两个计算机系统必须高度协调工作才行，而这种“协调”是相当复杂的。
- “分层”可将庞大而复杂的问题，转化为若干较小的局部问题，而这些较小的局部问题就比较易于研究和处理。
 - “化整为零，分而治之”





类比：隔空交谈



(5) 能做出正确的回应——回应能力

(4) 能理解所表达的含义——理解能力

(3) 听者能够识别出哪种语言——翻译能力

(2) 声音能够通过介质传播出去——通信能力

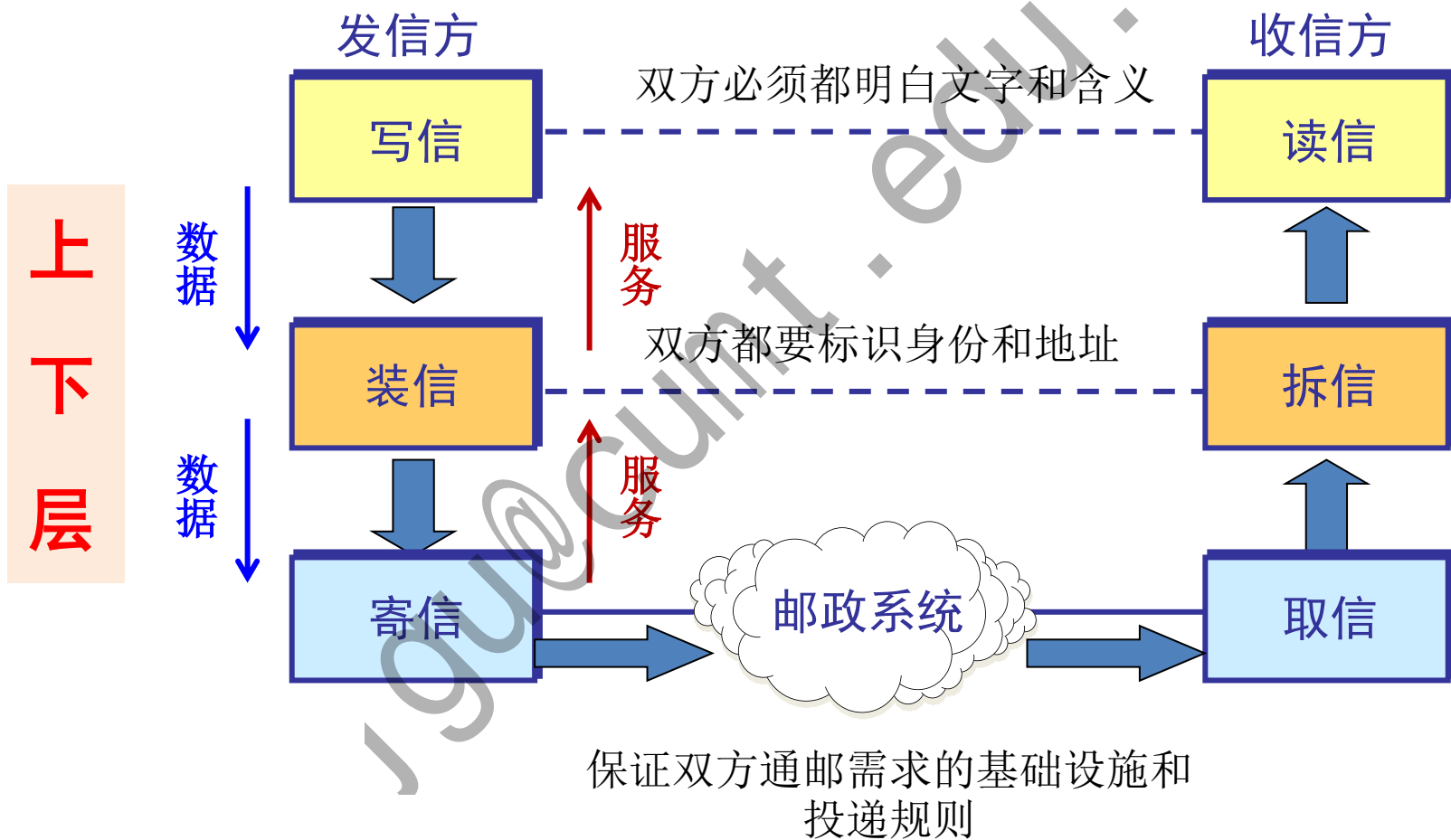
(1) 能发声，会说话，有听力——发送/接收能力





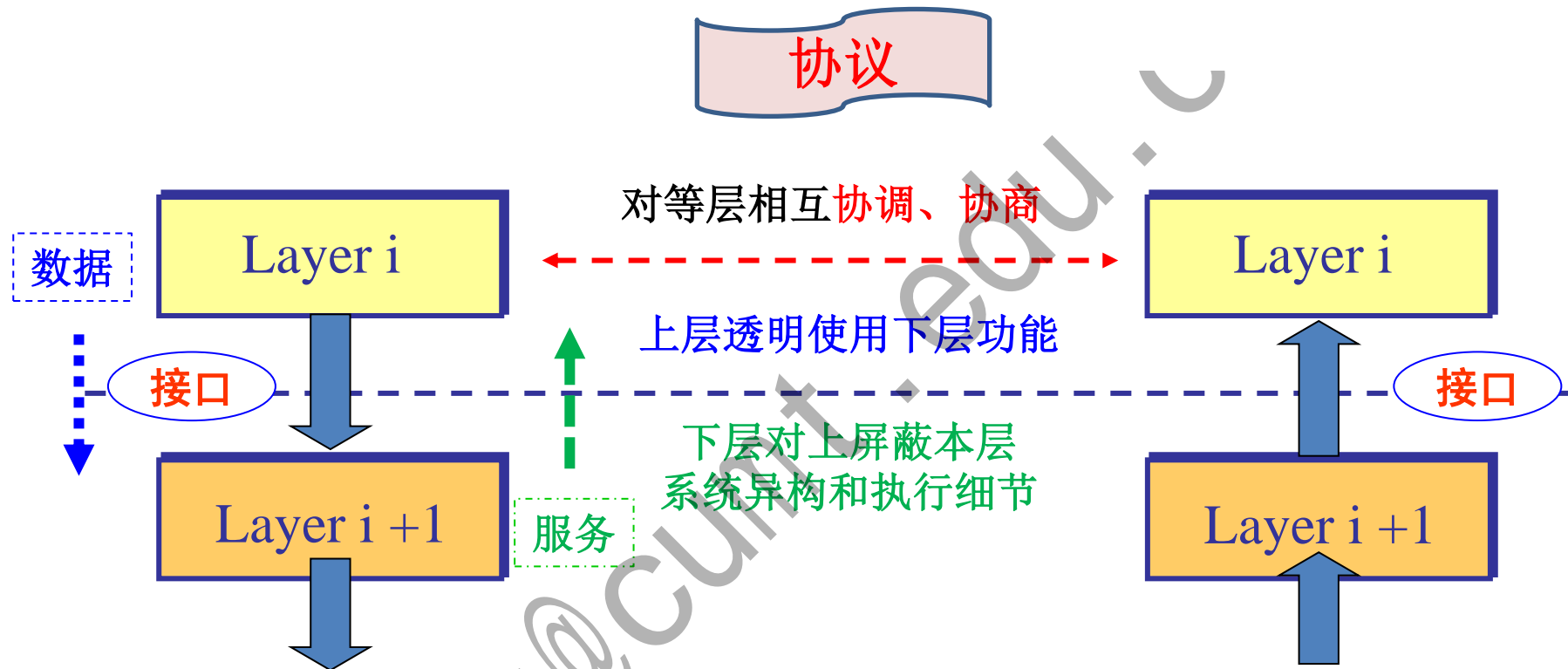
类比：鸿雁传书

对等层





关于分层的进一步讨论



系统越复杂，划分
层数越多，但层数
的多少要适当

太少，会使每一层的**协议**太复杂。

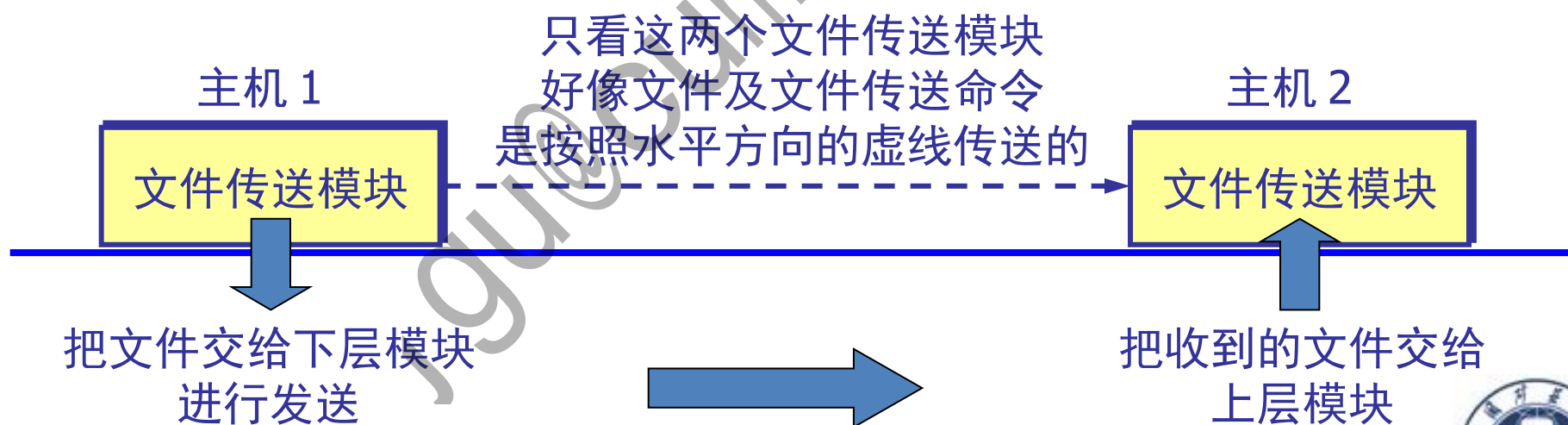
太多，会在描述和综合各层功能的系
统工程任务时遇到较多的困难。





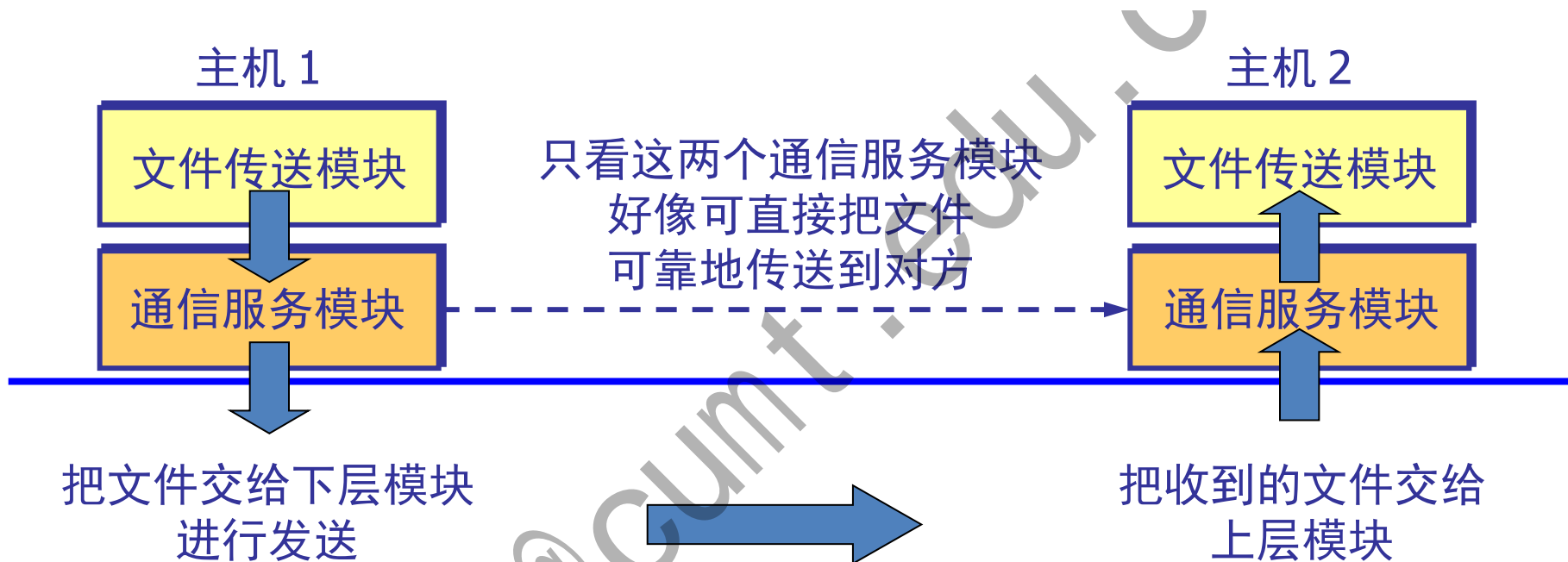
举例：两个主机通过网络交换文件

- 第一类工作与传送文件直接有关。
 - 确信对方已做好接收和存储文件的准备。
 - 双方协调好一致的文件格式。
 - 两个主机将文件传送模块作为最高的一层。剩下的工作由下面的模块负责。



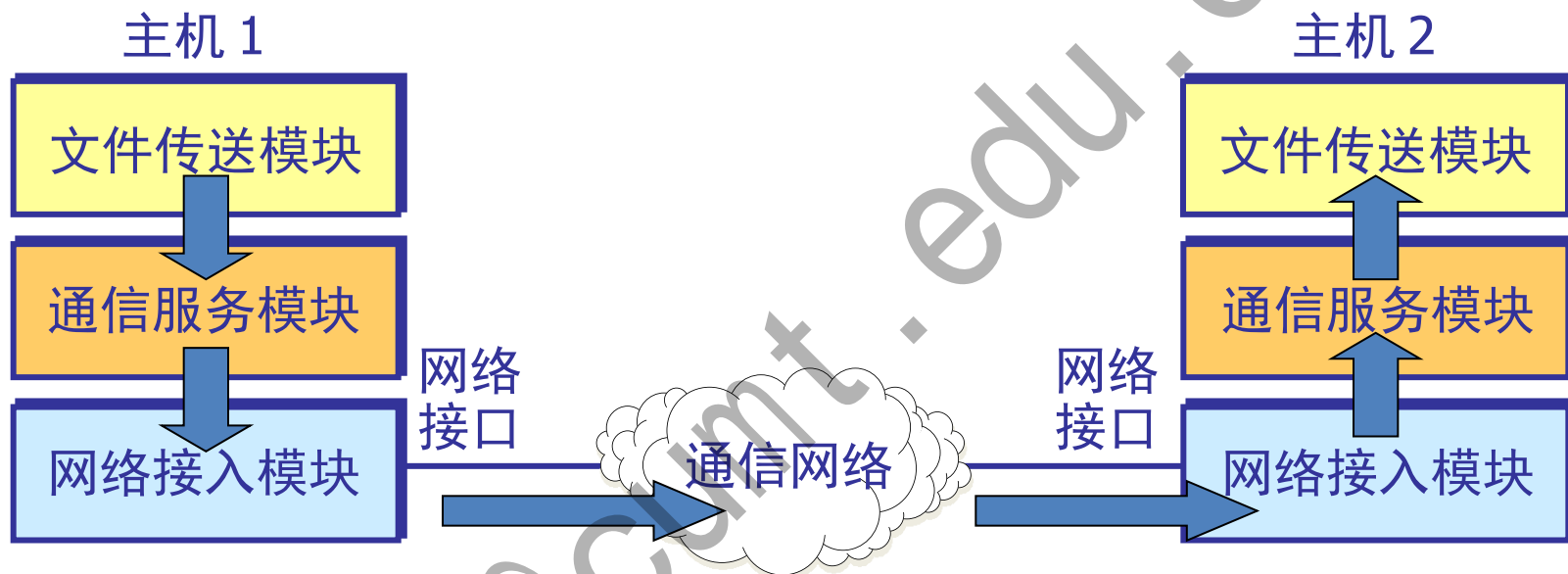


再设计一个通信服务模块





最后设计一个网络接入模块



网络接入模块负责做与网络接口细节有关的工作
例如，规定传输的帧格式，帧的最大长度等。





分层的好处与缺点

• 好处

- 各层之间是独立的。
- 灵活性好。
- 结构上可分割开。
- 易于实现和维护。
- 能促进标准化工作。

• 缺点

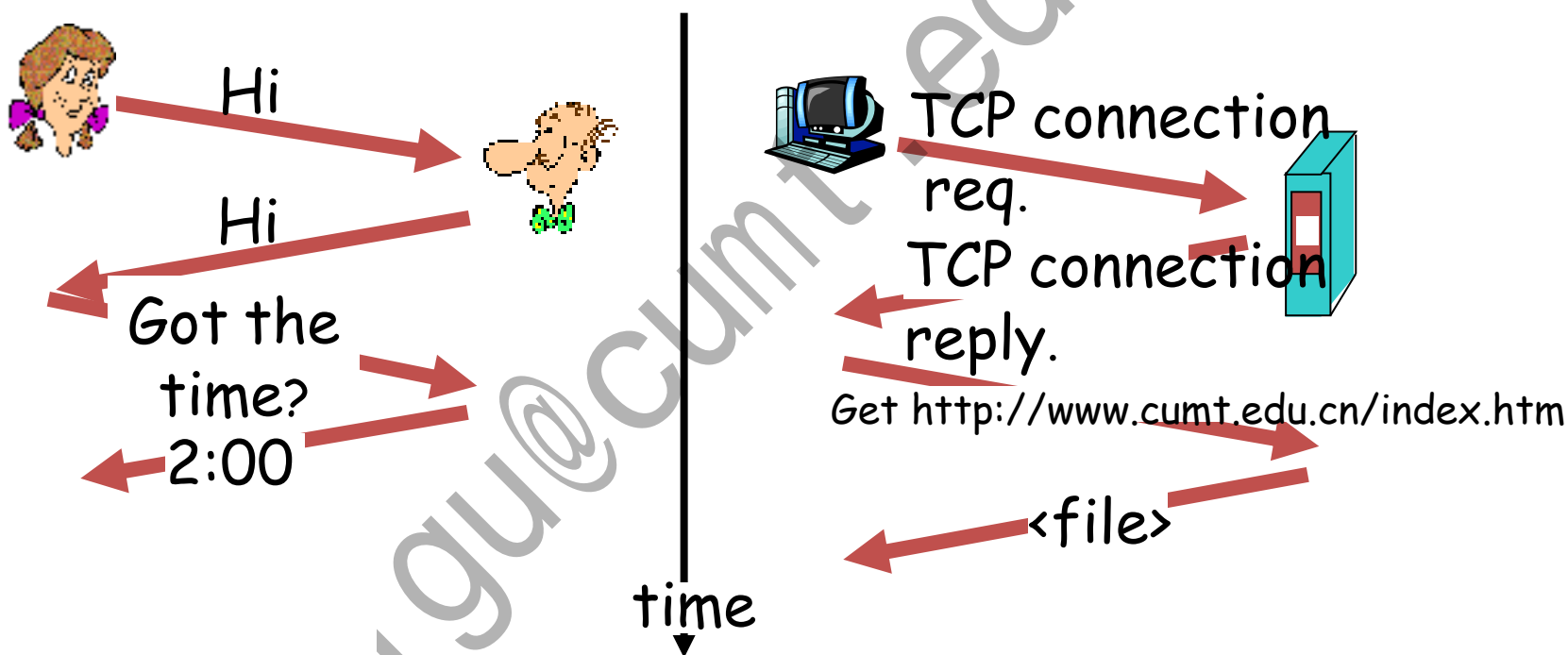
- 降低效率。
- 有些功能会在不同的层次中重复出现，因而产生了额外开销。





Q10: 如何理解计算机网络协议?

- 计算机网络中的数据交换**必须遵守事先约定好的规则、标准或约定**，即**网络协议(network protocol)**，简称为**协议**。



人的协议和网络协议之间的对比





计算机网络协议的三要素

三要素

00110000 00111111 110101

① **语法** 用来规定数据与控制信息的结构或格式

比如，一个简单协议规定：一个数据的前8位是发送器的地址，第二个8位是接受器的地址，其余是消息内容。

② **语义** 确定通信双方之间“讲什么”，即每一部分的位表示什么信息。

比如，上述的地址位表明了传输的路径或消息的最终目的地。

③ **同步** 用来确定事件的顺序以及速度匹配、排序。

比如：一个发送器产生的数据为100Mb/s，而接受器的处理速度为1Mb/s，则传输过载，数据将因为不匹配而损失。





语义理解很复杂

中国：我们好多了
欧洲：我们好多了

中国：我们这边快完了
欧洲：我们这边快完了





协议设计很复杂

- 协议必须把所有**不利的条件**事先都估计到，而**不能假定**一切都是正常的和非常理想的。
- 看一个计算机网络协议是否正确，不能光看在正常情况下是否正确，而且还必须非常仔细地检查这个协议**能否应付各种异常情况**。





著名的协议举例

- 占据东、西两个山顶的蓝军1和蓝军2与驻扎在山谷的白军作战。其力量对比是：单独的蓝军1或蓝军2打不过白军，但蓝军1和蓝军2协同作战则可战胜白军。
- 现蓝军1拟于次日正午向白军发起攻击。于是用计算机发送电文给蓝军2。但通信线路很不好，电文出错或丢失的可能性较大（没有电话可使用）。因此要求收到电文的友军必须送回一个确认电文。但此确认电文也可能出错或丢失。
- 试问能否设计出一种协议使得蓝军1和蓝军2能够实现协同作战因而一定（即100%而不是99.999...%）取得胜利？





明日正午进攻，如何？

同意

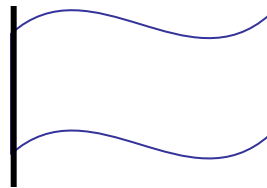
收到“同

这样的协议无法实现！

收到：收到“同意”

...

...





协议的实现结论

- 这样无限循环下去，两边的蓝军都始终无法确定自己最后发出的电文对方是否已经收到。
- 没有一种协议能够保证蓝军 100% 获胜。
- 条件放松：只要同时进攻的概率很高。
- 方法：如果红军一方要在某个时间发动进攻，它就同时派出多个信使，并确信对方会以很大的概率获得该信息，而对方确信请求进攻方会发起进攻。
- 这样双方取胜的可能性就很大。





结论

没有绝对正确的完美协议，
只有相对有效的标准协议！





Q11: 什么是计算机网络体系结构 ?

- 计算机网络**体系结构**(architecture)是计算机网络的**各层**及其**协议**的集合,是对这个计算机网络及其部件所应完成的功能的**精确定义**。





体系结构对于系统实现的重要性

- 计算机网络的**实现**(implementation)就是遵循某种体系结构的前提下用何种硬件或软件完成这些功能的问题。
- 体系结构是抽象的，而实现则是具体的，是真正在运行的计算机硬件和软件。





计算机网络体系结构的形成

- 1974年，美国的 IBM 公司宣布了**系统网络体系结构SNA** (System Network Architecture)。这个著名的网络标准就是按照分层的方法制定的。
- 不久后，其他一些公司也相继推出自己公司的具有不同名称的体系结构。





计算机网络体系结构的标准化

- ❑ 1974年IBM公司的**SNA**(System Network Architecture)
- ❑ 1975年DEC公司的**DNA**(digital Network Architecture)
- ❑ HP公司的**DSN**(Distrubuted System Network)
- ❑ Sperry Univac公司的**DDA**
- ❑ Borroughs公司的**DNS**
- ❑ Honeywell公司的**DSA**
- ❑ 日本富士通公司的**FNA**

各自所定义的层数、每层所采用的协议常常不一样，造成彼此之间不兼容，这些系统常被称为“封闭”系统，不同公司的设备很难互相连通。

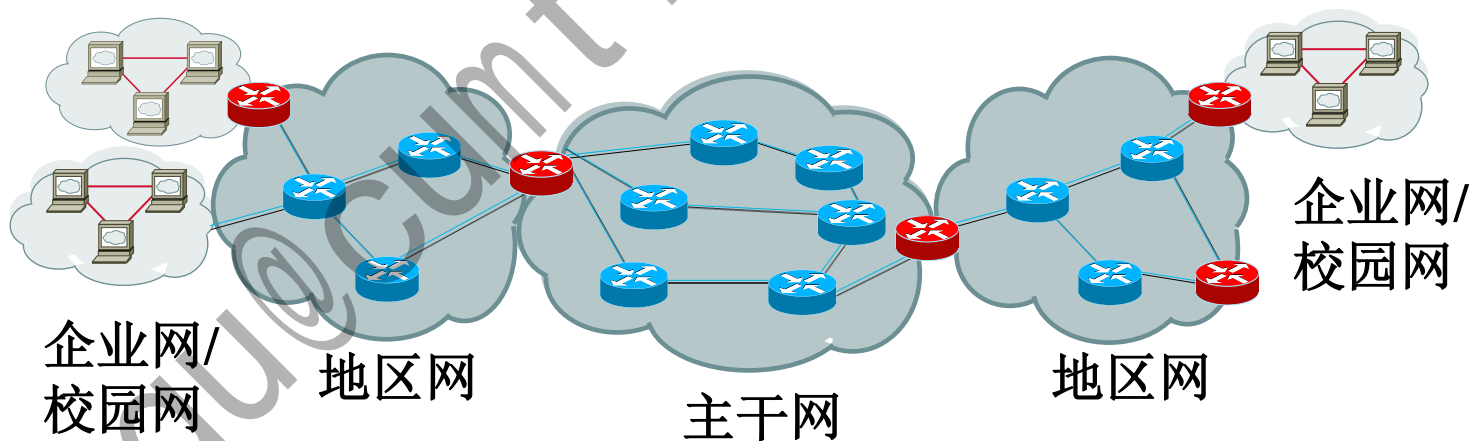
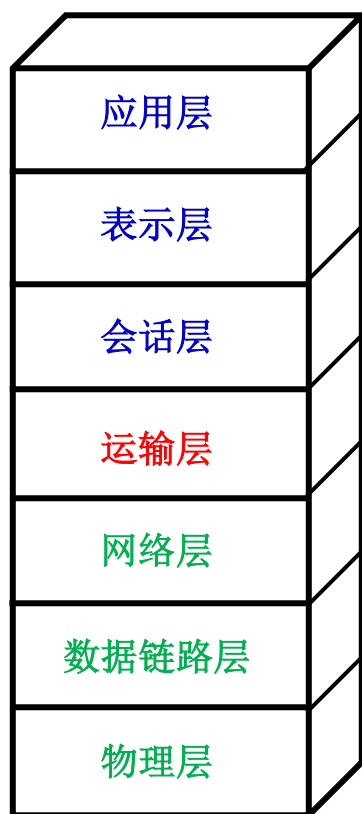
- ◆ 1977年，国际标准化组织ISO(International Organization for Standardization)的技术委员会TC97 建立了一个分委员会 SC16，专门研究使不同体系结构的计算机网络都能互连的问题。
- ◆ 最终提出了著名的开放系统互连基本参考模型 **OSI/RM** (Open Systems Interconnection Reference Model)。





Q12: OSI/RM七层参考模型 ?

- ◆ 开放系统互连基本参考模型 的目标是使各种计算机在**世界范围内互连成网**的标准框架，并于1983年春季使 **OSI/RM**成为正式的国际标准(ISO 7498)。

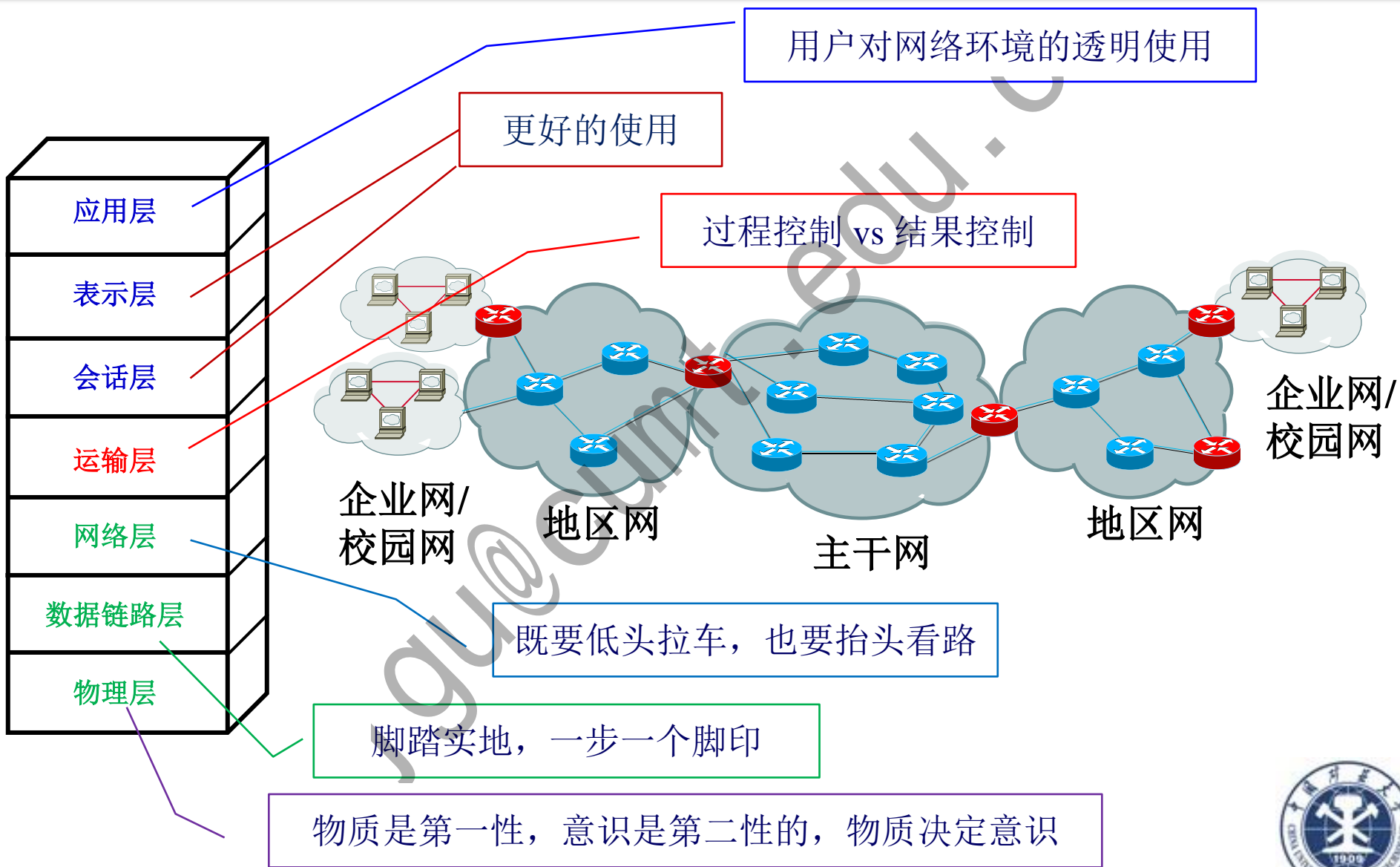


点 = 线 = 面 = 体





OSI七层体系结构



只要遵循 OSI 标准，一个系统就可以和位于世界上任何地方的、也遵循这同一标准的其他任何系统进行通信。

OSI七层体系结构

与用户应用进程的接口，相当于：做什么？典型协议：telnet, ssh, http, ftp, smtp

数据格式的转换，相当于：对方看起来像什么？包括数据结构表示、数据转换、加密、压缩等，ASCII, JPEG, PNG, MP3, WAV, AVI

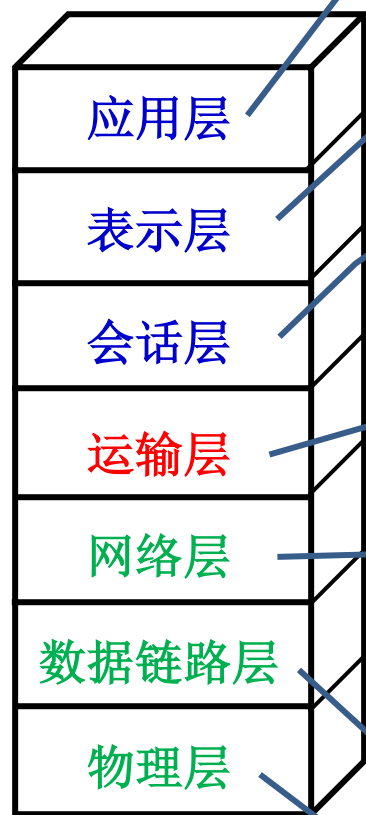
会话的管理和数据传输的同步，相当于：轮到谁讲话和从何处讲？记录会话的状态信息。典型协议：SQL, ASP, PHP, JSP, RSVP(资源预留协议)

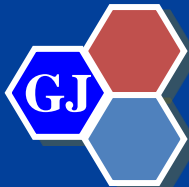
从端到端经网络透明地传输报文，相当于：对方在何处？对方接收到没有？典型协议：TCP, UDP, SPX

分组传输和路由选择，相当于：走哪条路可以到达该处？典型协议：IP, IPX, ICMP, ARP(IP->MAC)

在链路上无差错地传送一帧一帧信息，相当于：每一步应怎么走？典型协议：以太网，帧中继（古董级VPN），PPP

将比特流送到物理介质上传送，相当于：一层每一步该怎样利用物理介质？如何定义传输的物理信号、接口、信号形式、速率等。





主机A

应用层

表示层

会话层

传输层

网络层

数据链路层

物理层

主机B

应用层

表示层

会话层

传输层

网络层

数据链路层

物理层

资源子网

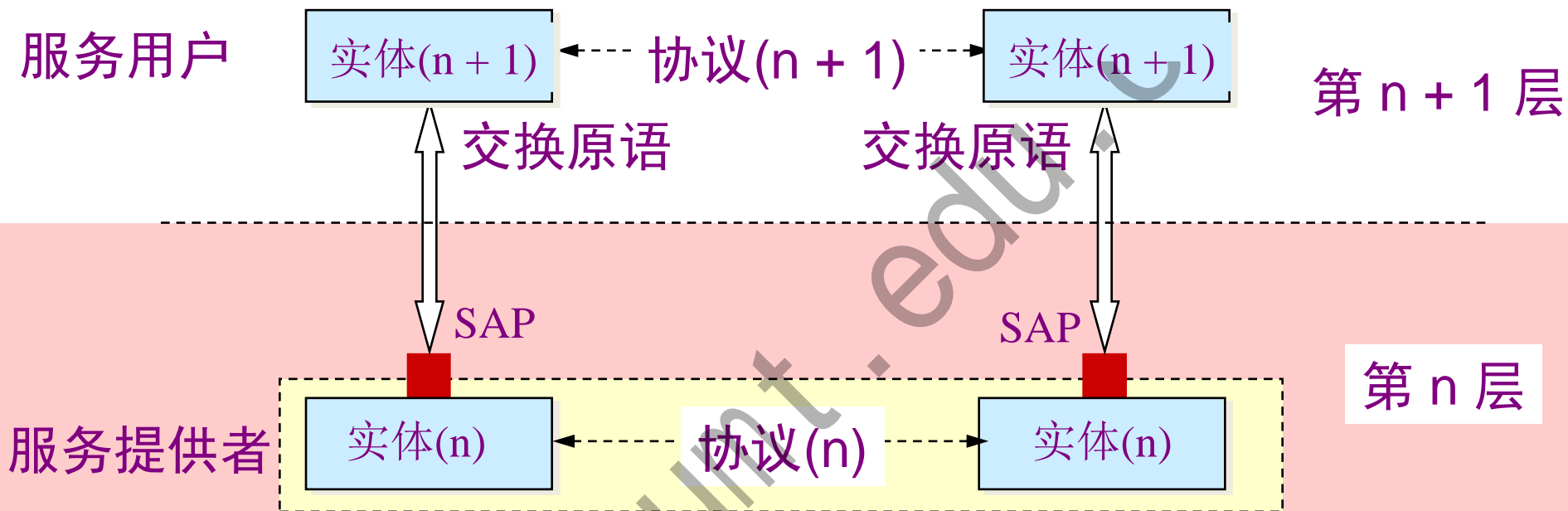
通信子网

互连物理传输媒体





实体、协议、服务和访问点



- **实体(entity)** 表示任何可发送或接收信息的硬件或软件进程。
- 协议是“**水平的**”，即协议是控制对等实体之间通信的规则。
- 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，同一系统相邻两层的实体进行交互的地方，称为**服务访问点 SAP (Service Access Point)**。





实体、协议、服务和访问点

- 协议是控制**两个对等实体**进行通信的规则集合，在协议的控制下，两个对等实体间的通信使得本层能够**向上一层提供服务**。
- 要实现本层协议，还需要使用**下层**所提供的服务，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。





OSI/RM失败的原因

- OSI 只获得了一些理论研究的成果，在市场化方面却失败了。原因包括：
 - OSI 的专家们在完成 OSI 标准时没有商业驱动力；
 - OSI 的协议实现起来过分复杂，且运行效率很低；
 - OSI 标准的制定周期太长，因而使得按 OSI 标准生产的设备无法及时进入市场；
 - OSI 的层次划分也不太合理，有些功能在多个层次中重复出现。





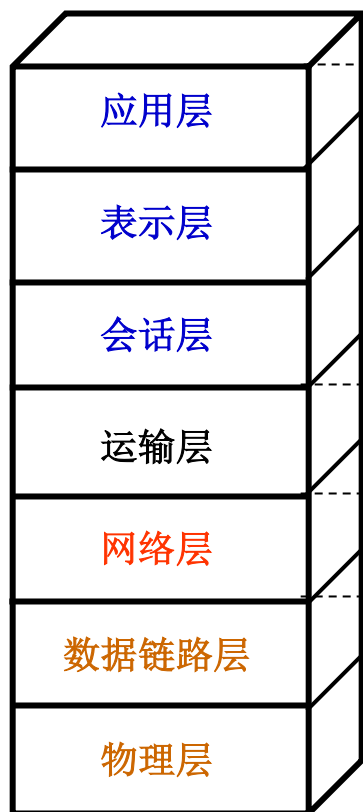
事实上的国际标准

- 法律上的(*de jure*)国际标准 OSI 并没有得到市场的认可，而是非国际标准 TCP/IP 现在获得了最广泛的应用。
 - TCP/IP 常被称为事实上的(*de facto*)国际标准。

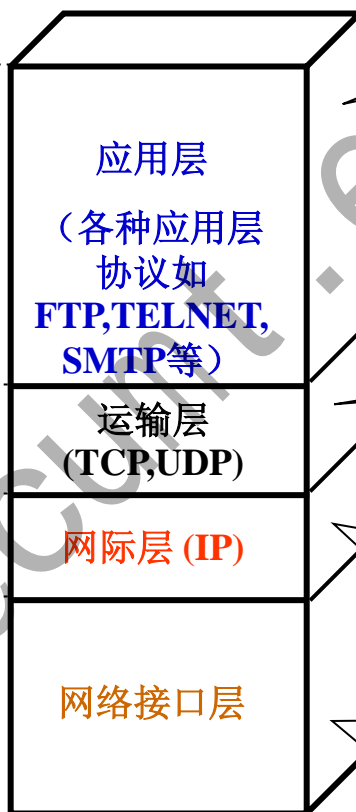




Q13: TCP/IP体系结构 ?



(a) OSI体系结构



(b) TCP/IP体系结构

● **应用层**: 向用户提供常用应用程序。负责将网络传输的对象格式转换成人们能识别的信息。

● **传输层**: 规定怎样可靠地进行端到端的数据传输，主要是规定信息格式化、数据确认、丢失重传等。

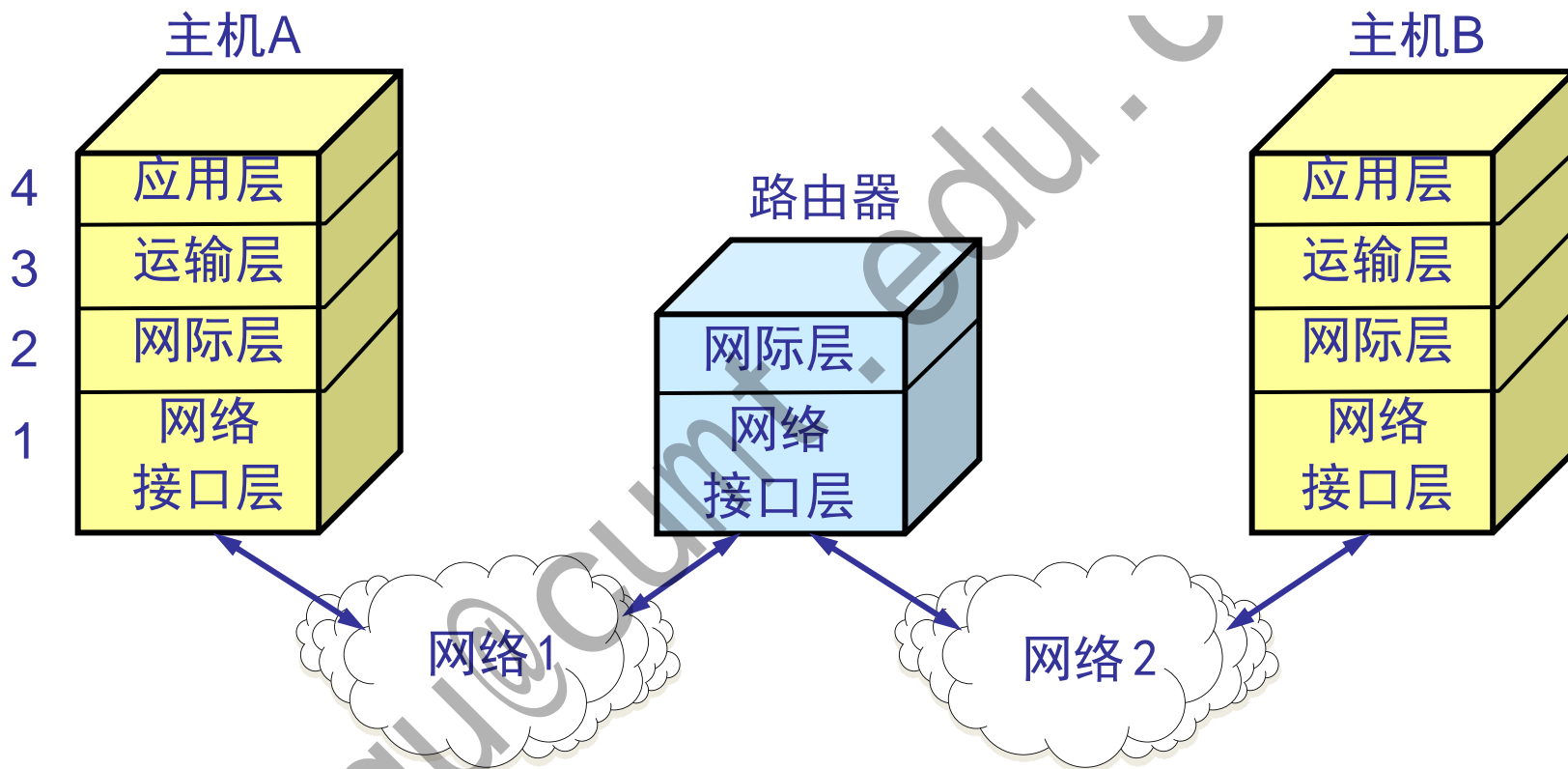
● **网际层**: 规定了整个互连网络中统一的数据包格式，以及IP数据报的路由选择和转发机制。

● **网络接口层**: 包括操作系统中的设备驱动程序和计算机网卡。它们一起处理与传输介质有关的物理接口细节。





TCP/IP网际互连



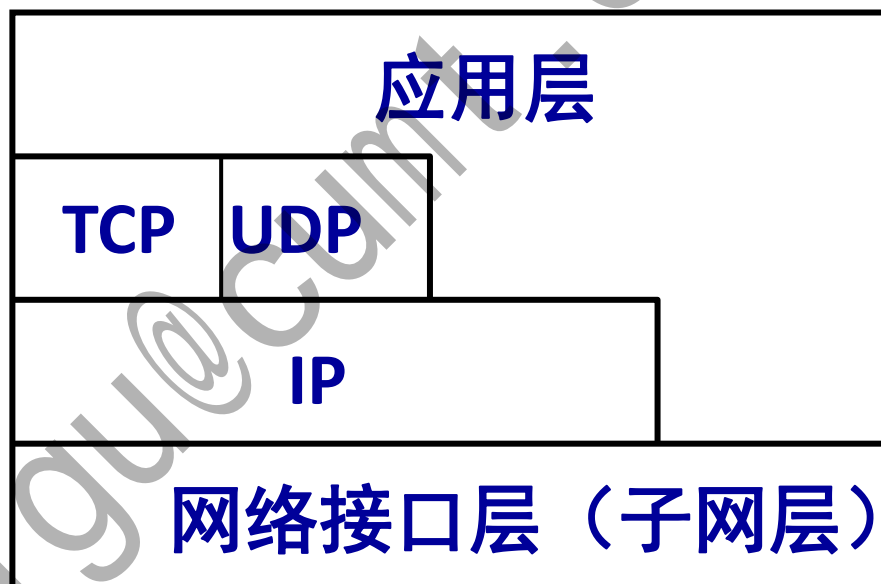
路由器在转发分组时最高只用到网络层
而没有使用运输层和应用层。





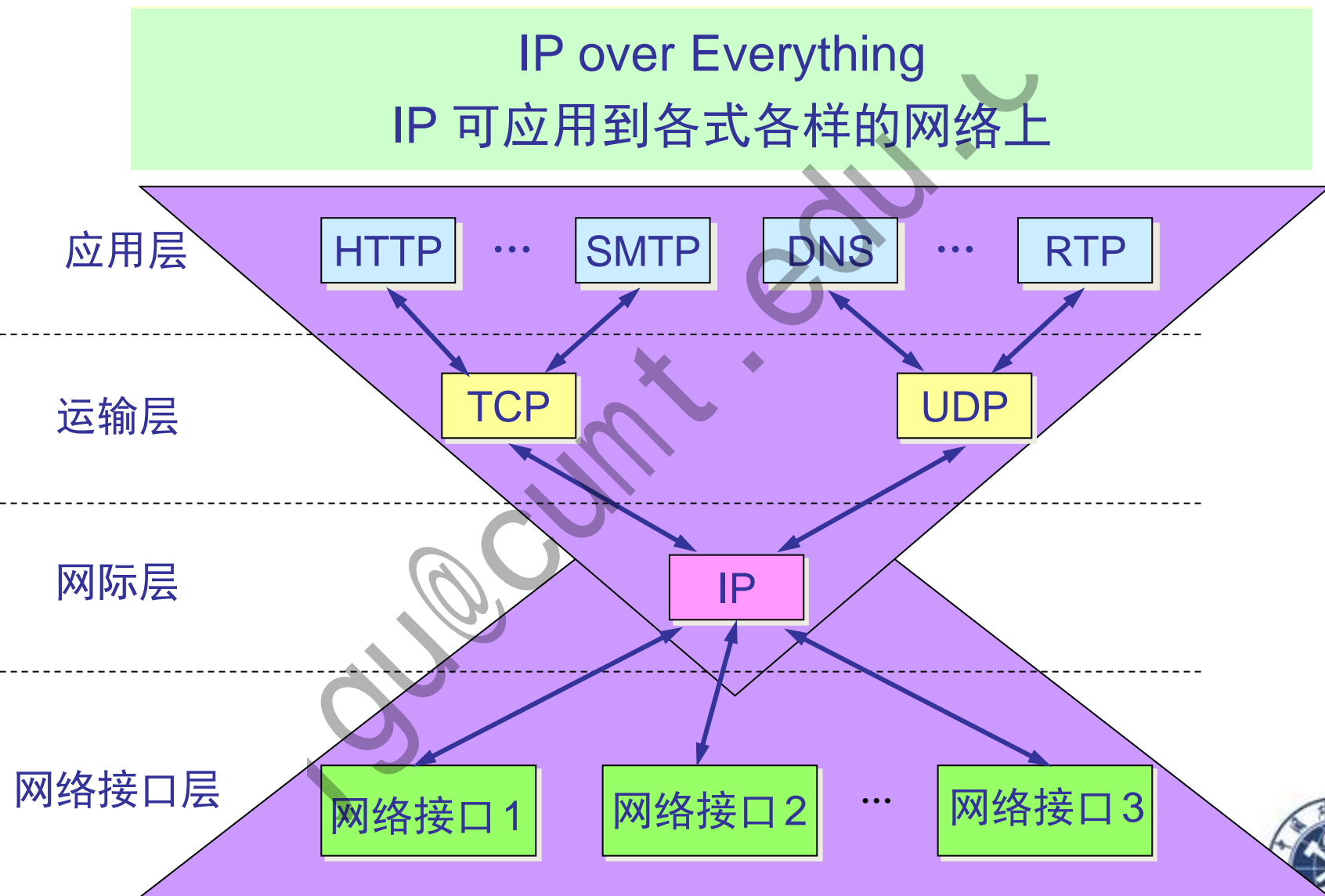
TCP/IP 体系结构的另一种表示方法

- 实际上，现在的互联网使用的 TCP/IP 体系结构有时已经发生了演变，即某些应用程序可以直接使用 IP 层，或甚至直接使用最下面的网络接口层。





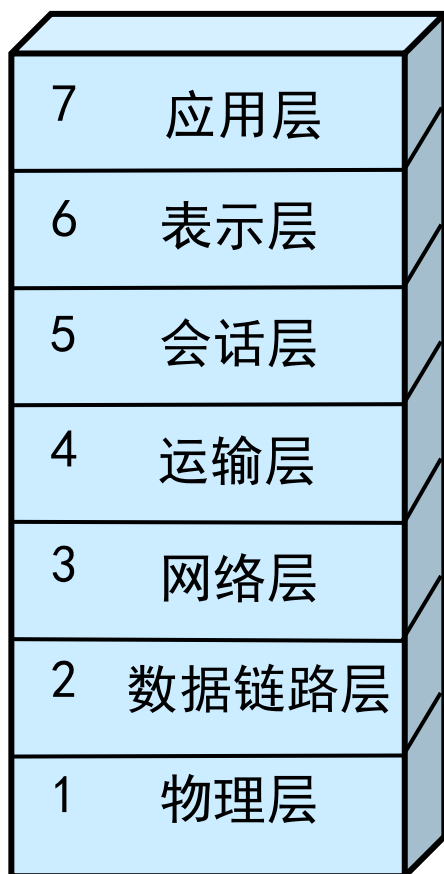
沙漏计时器形状的TCP/IP协议族



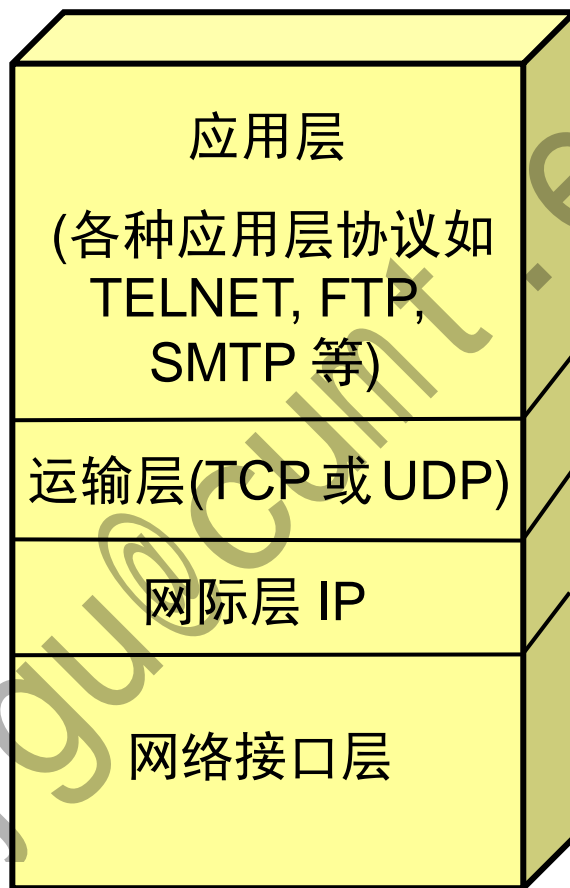


TCP/IP的服务层次

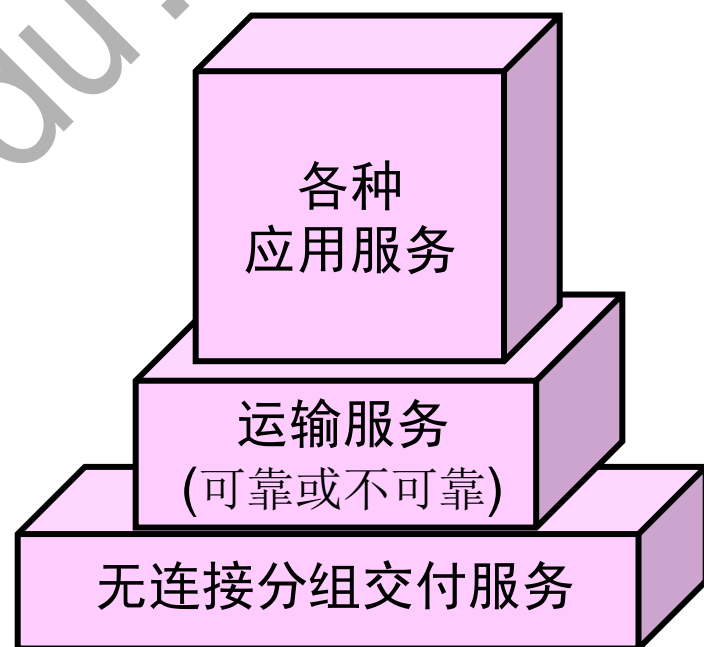
OSI 的体系结构



TCP/IP 的体系结构



TCP/IP 的三个服务层次





Q14: 计算机网络原理体系结构?

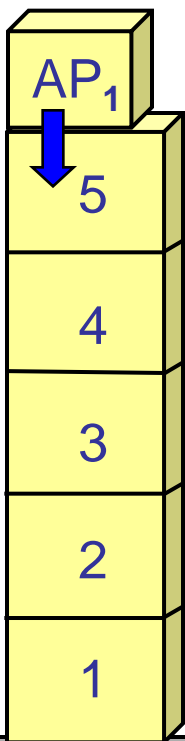
- OSI是七层的体系结构，复杂而不实用。
- TCP/IP 的网络接口层并没有具体内容。
- 因此往往采取折中的办法，即综合 OSI 和 TCP/IP 的优点，采用一种只有五层协议的体系结构，用于学习计算机网络的基本原理。





主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1

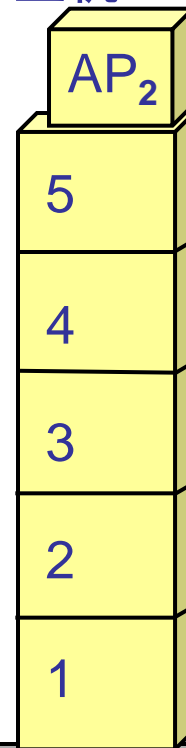


应用进程数据先传送到应用层

加上应用层首部，成为应用层 PDU

PDU (Protocol Data Unit): 协议数据单元。
OSI参考模型把对等层次之间传送的数据单位称为该层的协议数据单元 PDU。

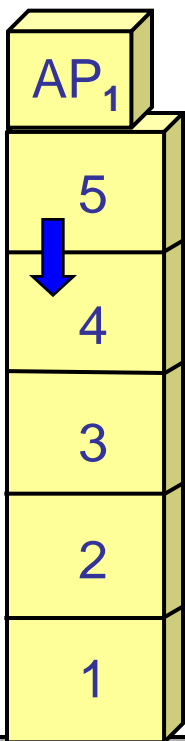
主机 2





主机 1 向主机 2 发送数据

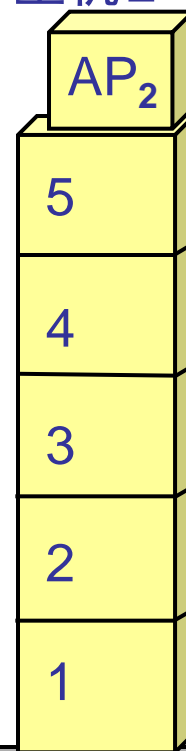
主机 1



应用层 PDU 再传送到运输层

加上运输层首部，成为运输层报文

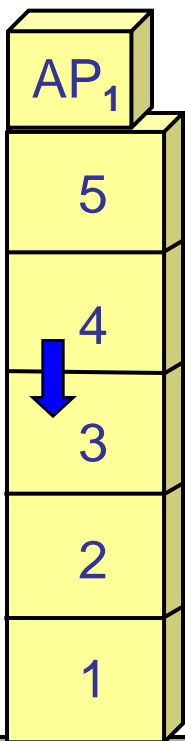
主机 2





主机 1 向主机 2 发送数据

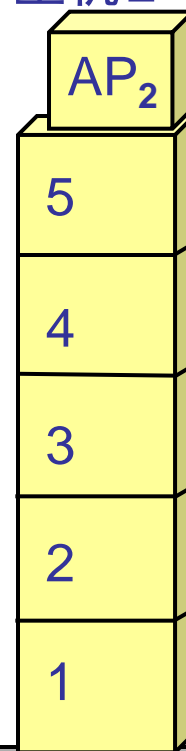
主机 1



运输层报文再传送到网络层

加上网络层首部，成为 IP 数据报（或分组）

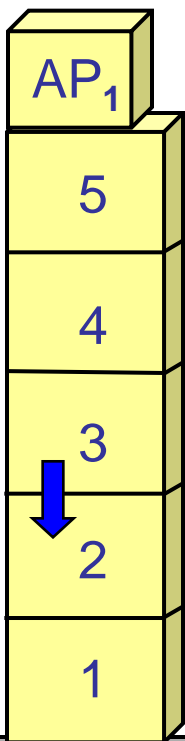
主机 2





主机 1 向主机 2 发送数据

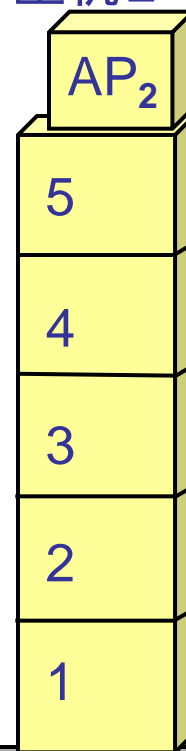
主机 1



IP 数据报再传送到数据链路层

加上链路层首部和尾部，成为数据链路层帧

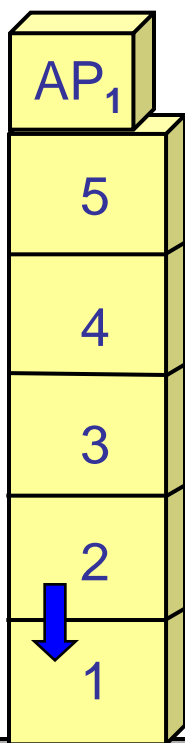
主机 2





主机 1 向主机 2 发送数据

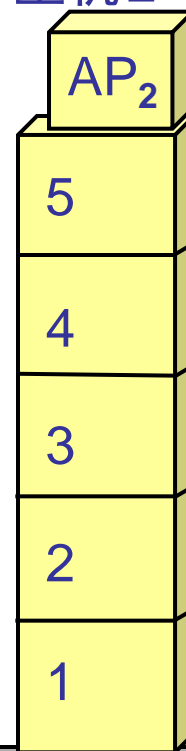
主机 1



数据链路层帧再传送到物理层

最下面的物理层把比特流传送到物理媒体

主机 2





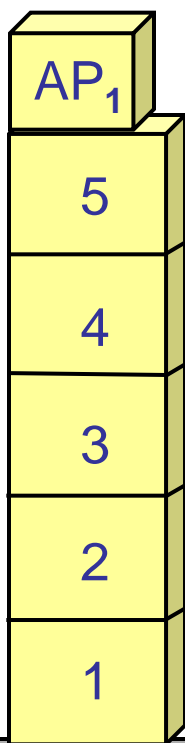
主机 1 向主机 2 发送数据



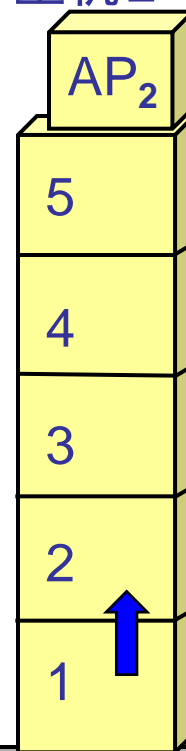


主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



主机 2



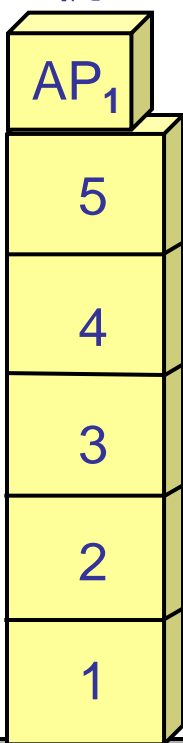
物理层接收到比特流，上交给数据链路层



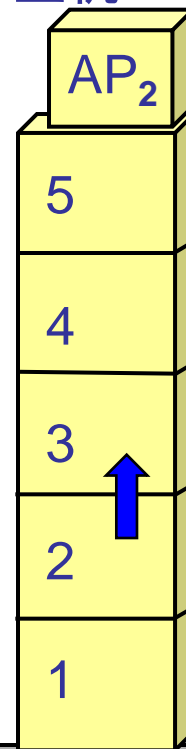


主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



主机 2



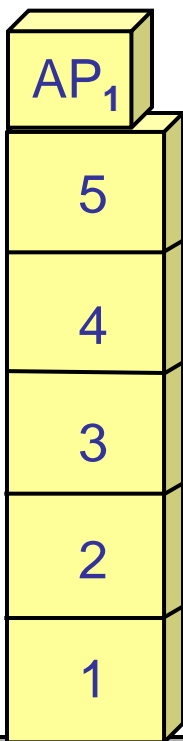
数据链路层剥去帧首部和帧尾部
取出数据部分，上交给网络层



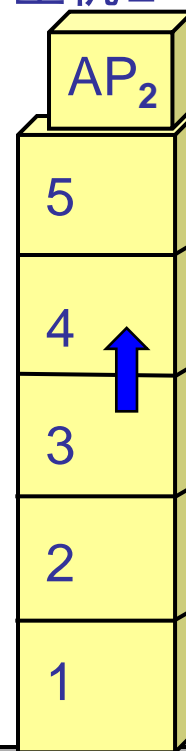


主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



主机 2



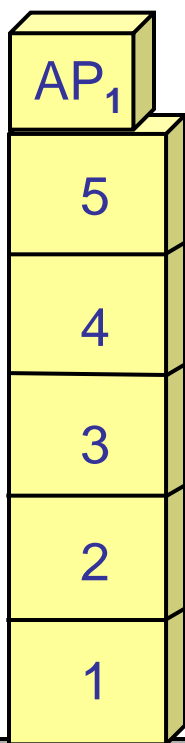
网络层剥去首部，取出数据部分
上交给运输层





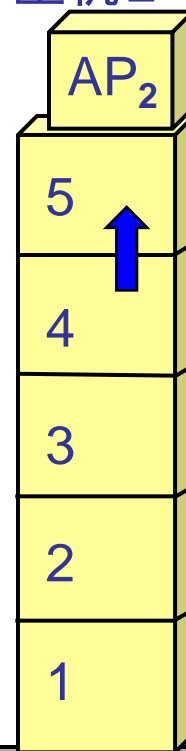
主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



运输层剥去首部，取出数据部分
上交给应用层

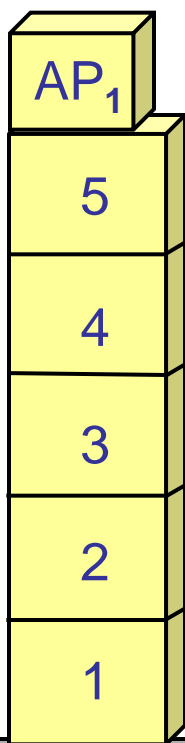
主机 2





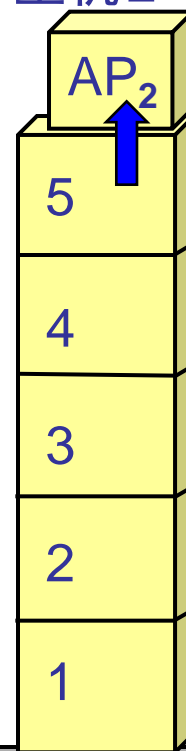
主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



应用层剥去首部，取出应用程序数据
上交给应用进程

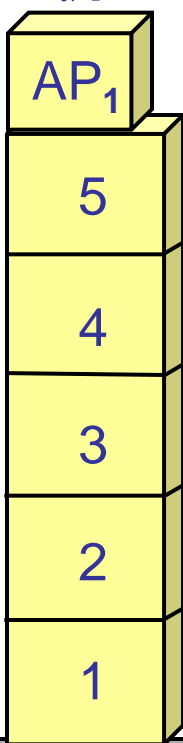
主机 2





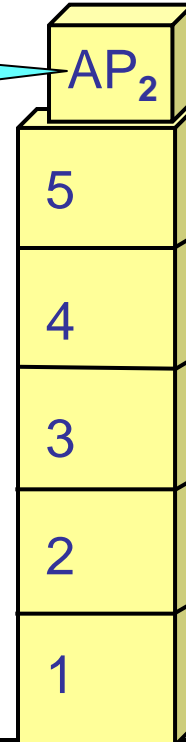
主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



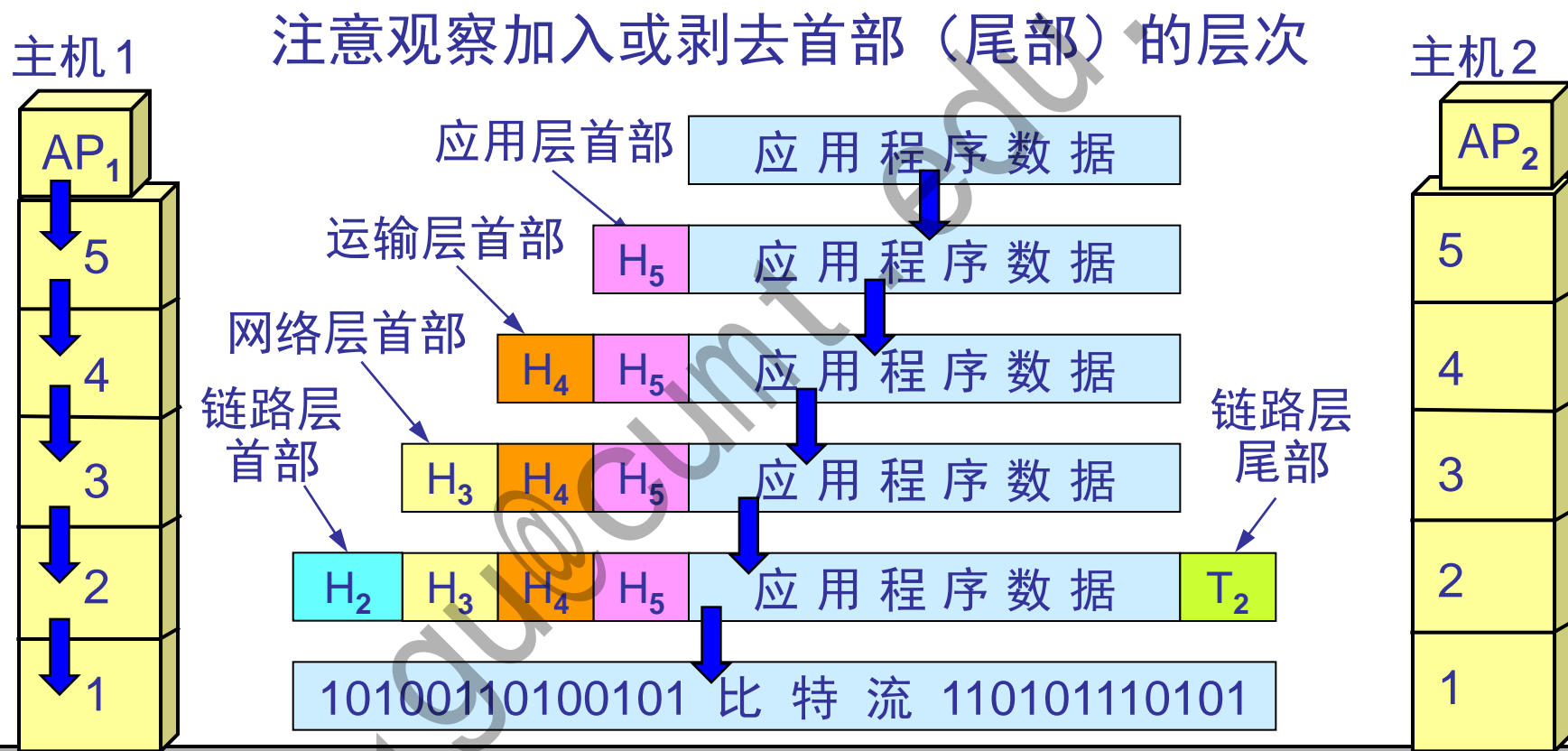
我收到了 AP_1 发来的
应用程序数据！

主机 2





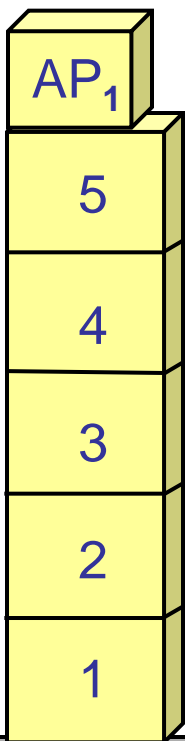
主机 1 向主机 2 发送数据



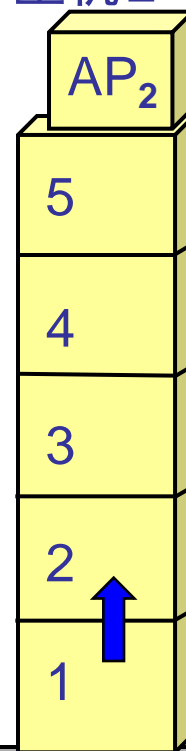


主机 1 向主机 2 发送数据

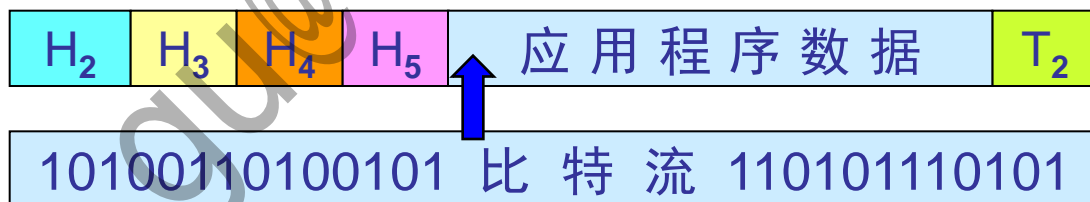
主机 1



主机 2



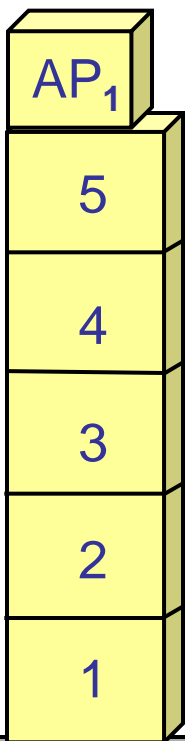
计算机 2 的物理层收到比特流后
交给数据链路层



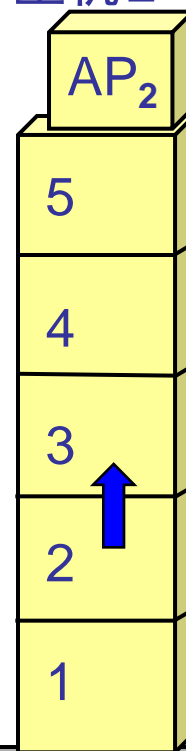


主机 1 向主机 2 发送数据

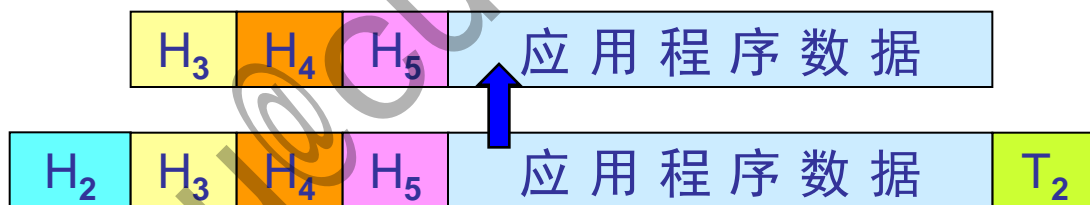
主机 1



主机 2



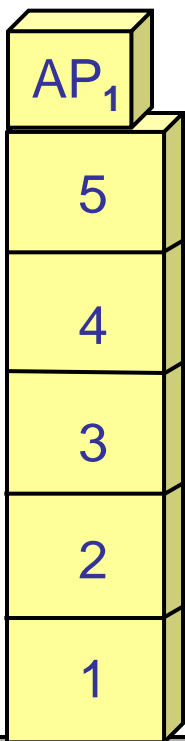
数据链路层剥去帧首部和帧尾部后
把帧的数据部分交给网络层



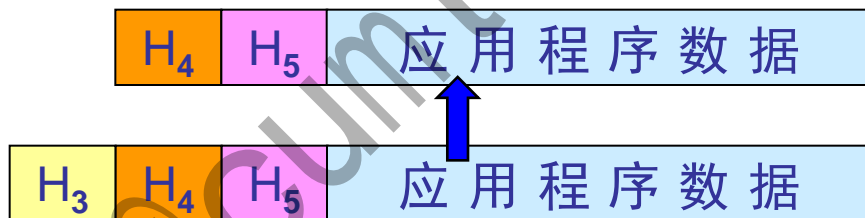


主机 1 向主机 2 发送数据

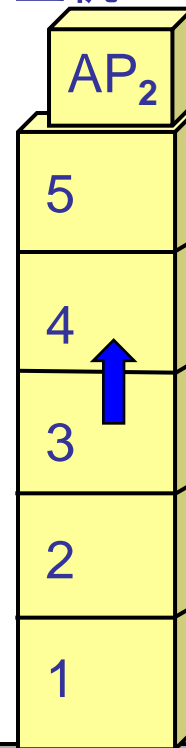
主机 1



网络层剥去分组首部后
把分组的数据部分交给运输层



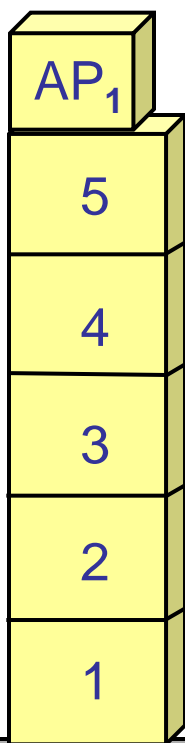
主机 2



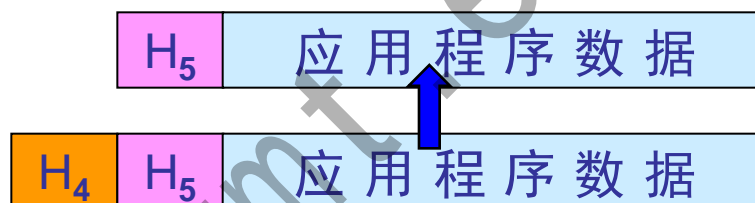


主机 1 向主机 2 发送数据

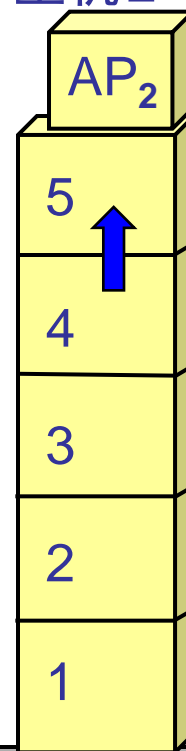
主机 1



运输层剥去报文首部后
把报文的数据部分交给应用层



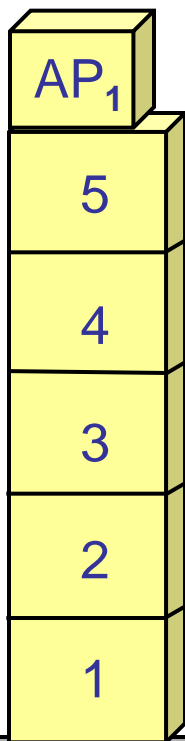
主机 2





主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



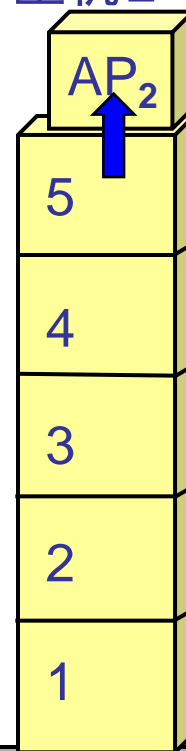
应用程序数据

H_5

应用程序数据

应用层剥去应用层 PDU 首部后
把应用程序数据交给应用进程

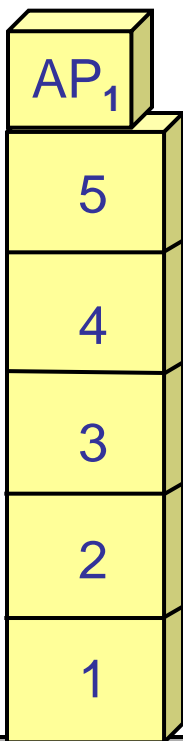
主机 2





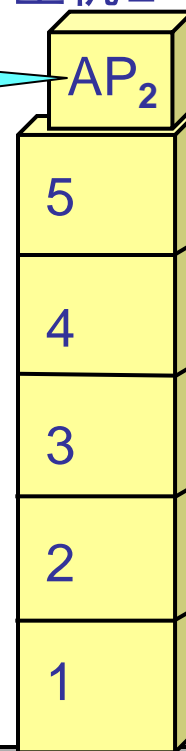
主机 1 向主机 2 发送数据

主机 1



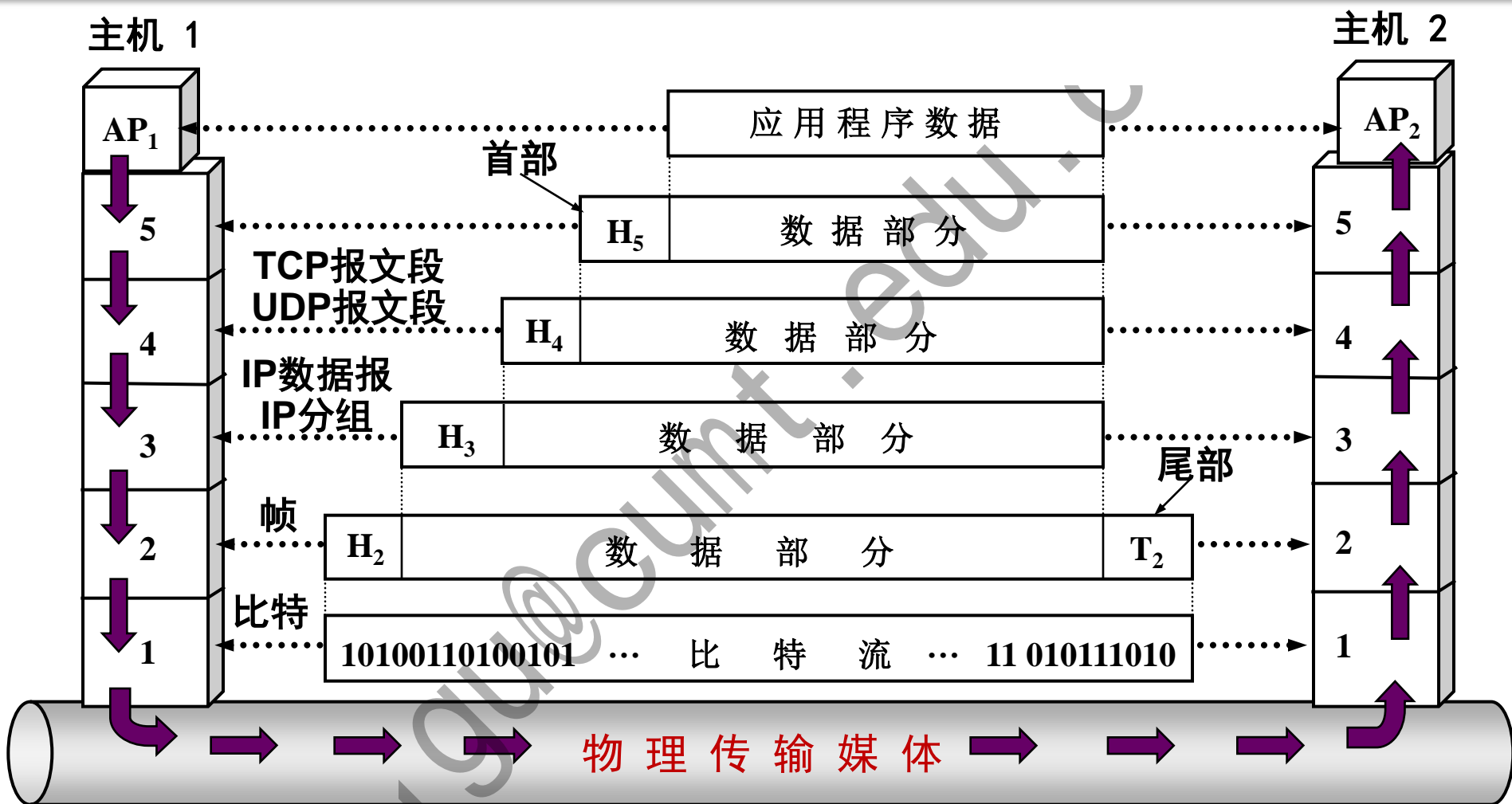
我收到了 AP_1 发来的
应用程序数据！

主机 2



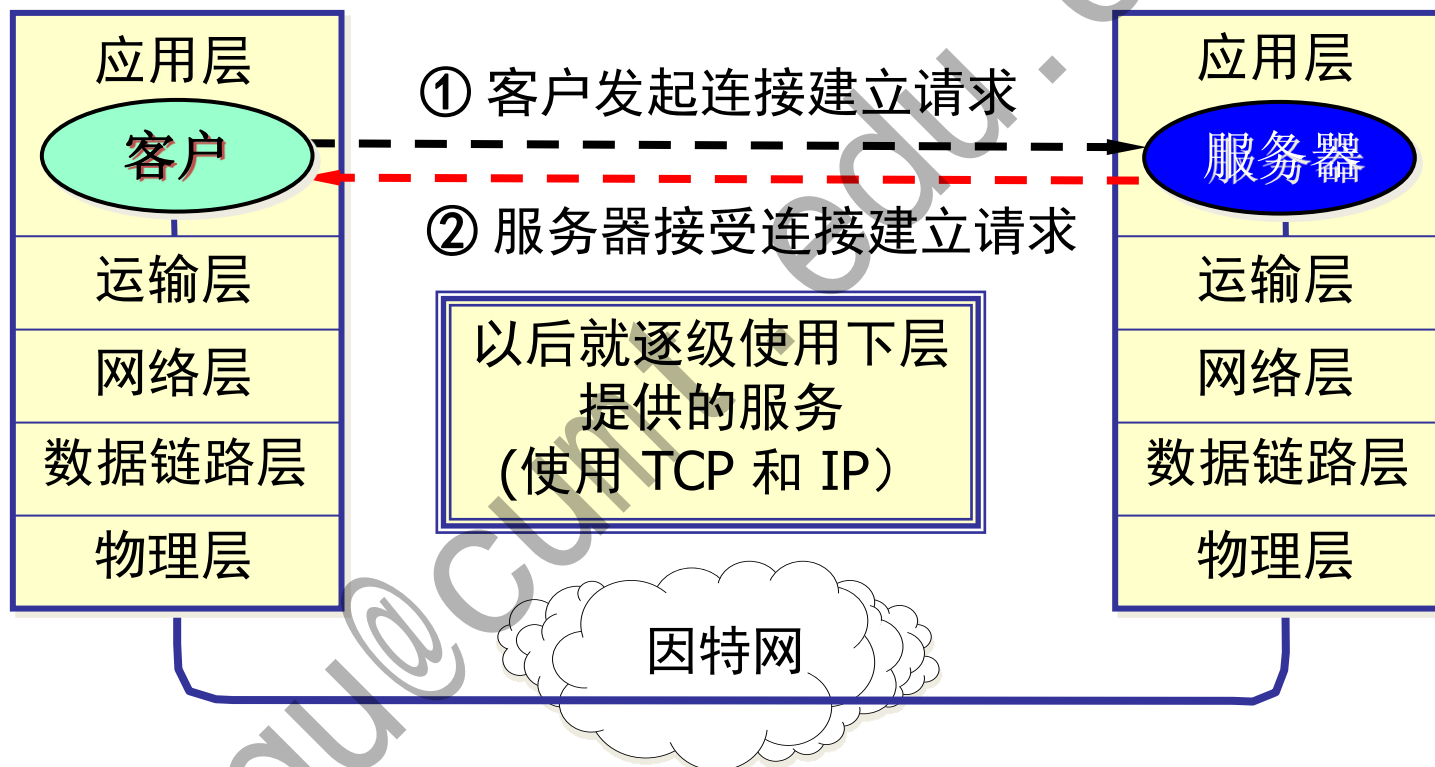


主机 1 向主机 2 发送数据





Q15: 基于协议栈的C/S模式描述?



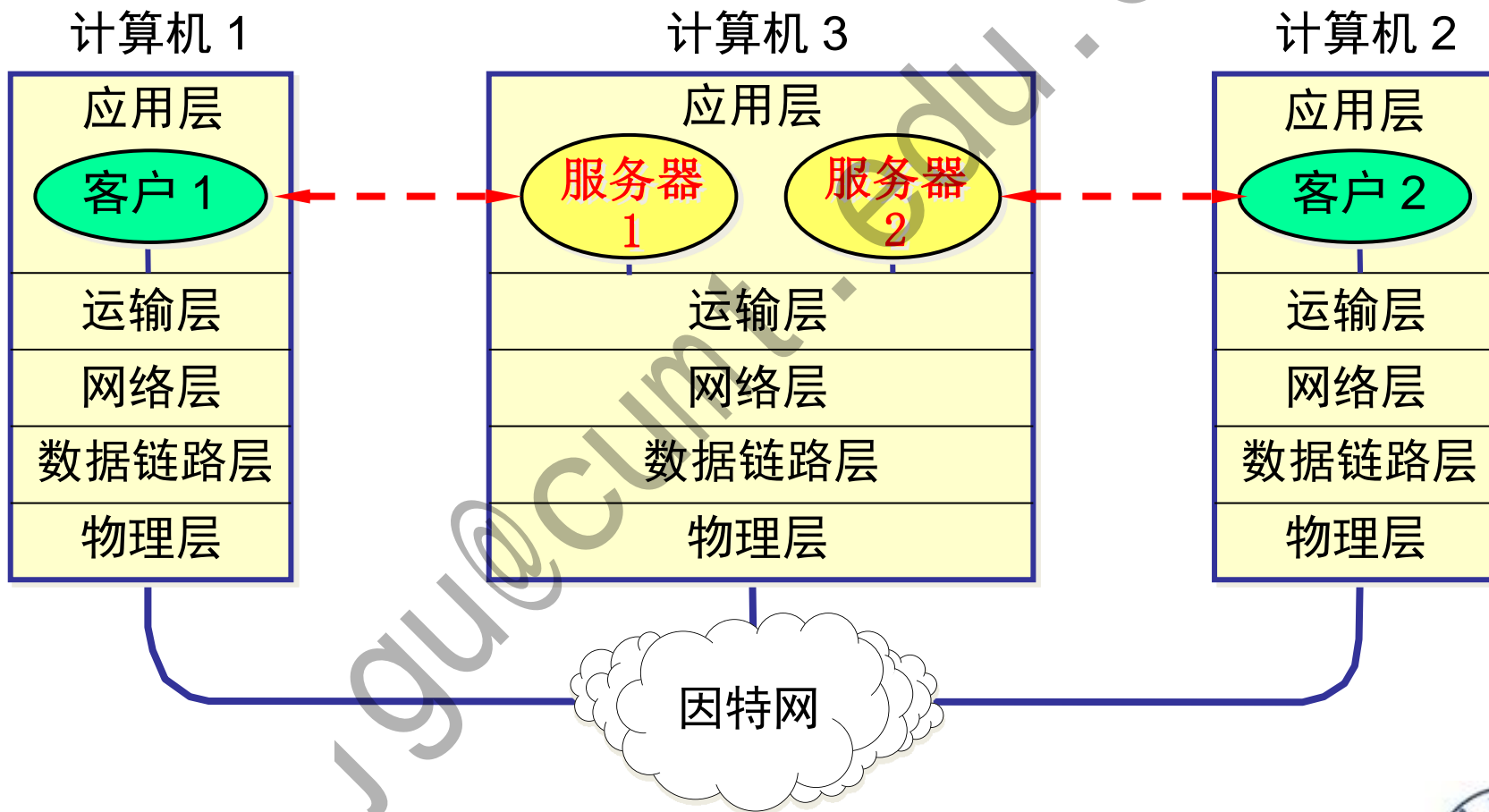
C/S访问方式

客户进程和服务进程使用 **TCP/IP** 协议进行通信





功能较强的计算机 可同时运行多个服务器进程



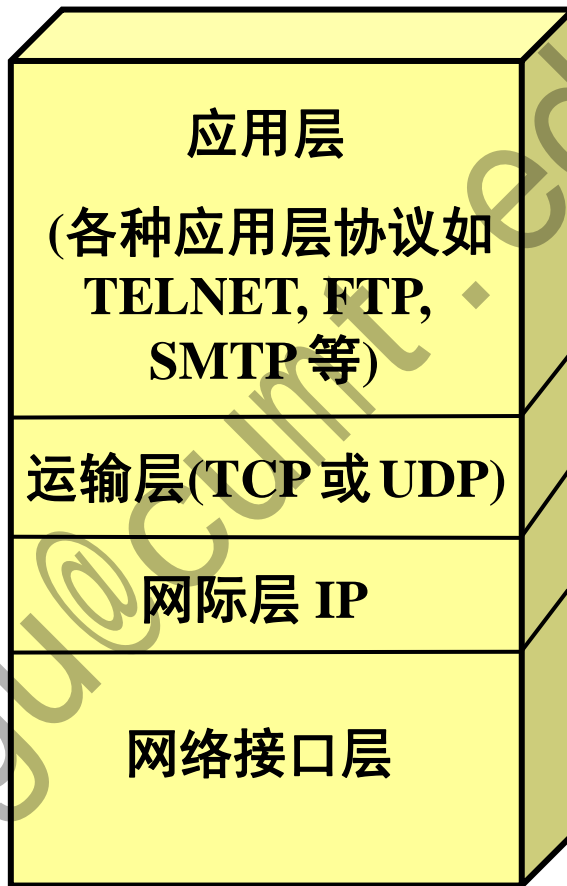


Q16: 计算机网络体系结构比较?

OSI 的体系结构



TCP/IP 的体系结构



五层协议的体系结构

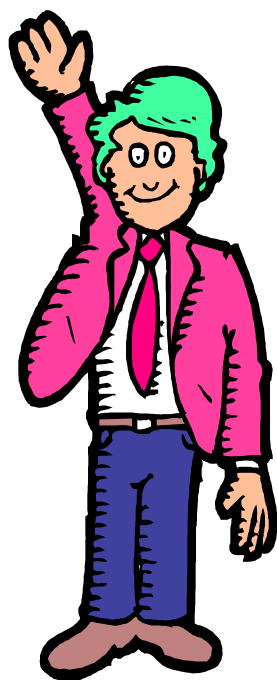




Q17: 体系结构与组网技术的关系?

点 - 线 - 面 - 体





**THANK
YOU!**

