

计算机网络
Computer Networks

网络体系结构

□ 问题：如何构建一个计算机网络

- 系统方法的思想
- 网络体系结构的基本概念
- OSI参考模型
- TCP/IP参考模型
- OSI与TCP/IP参考模型的比较

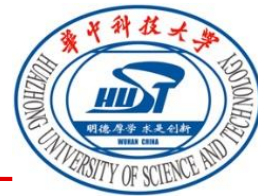
□ 问题：如何构建一个计算机网络

- 系统方法的思想
- 网络体系结构的基本概念
- OSI参考模型
- TCP/IP参考模型
- OSI与TCP/IP参考模型的比较

如何构建一个计算机网络？

系统方法	
研究目标	通用的计算机网络
需求分析	预期特征及功能
系统设计	体系结构、模块设计
实现	协议、算法、软硬件
测试	性能评价

What available technologies would serve as the underlying building blocks?
What kind of software architecture would you design to integrate these building blocks into an effective communication service?



设计需求

□ 可扩展的连通性

- 提供多个计算机之间的连通性
- 可扩展性

□ 高性价比的资源共享

□ 支持通用服务

最简单的方式: 直连 (一条链路)

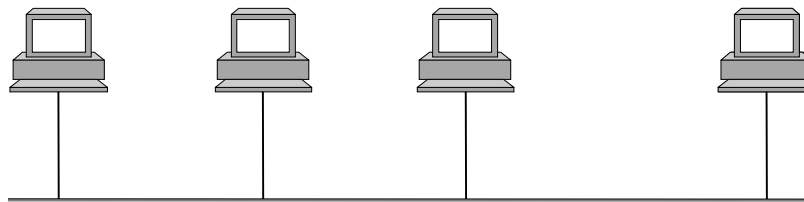
□ 结点 (广义)

- 主机: 互联的计算机
- 结点 (狭义): 中间结点



□ 链路

- 点到点链路
- 多路访问的共享链路

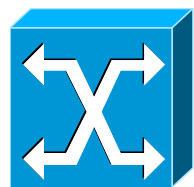


连通性

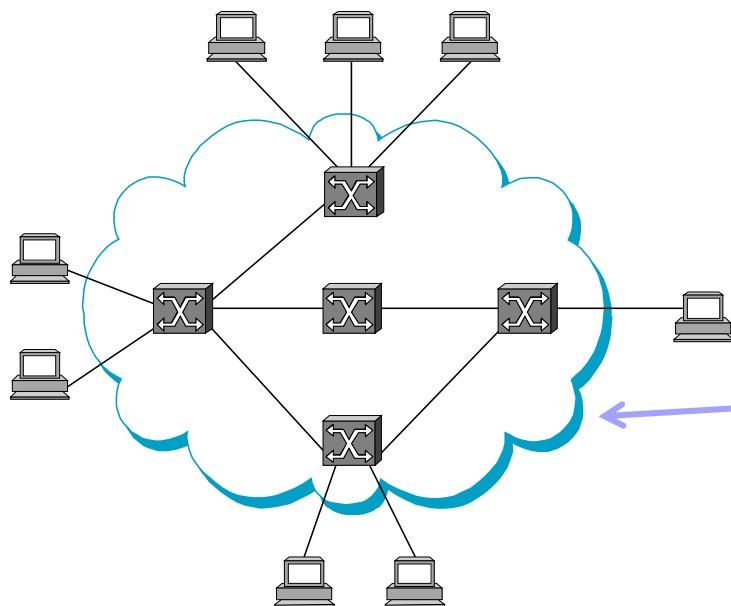
较复杂的方式: 间接连接 (更多的链路)

□ 交换网络

- 一种基础网络
- 两种类型的交换网络: 电路交换, 分组交换



交换机

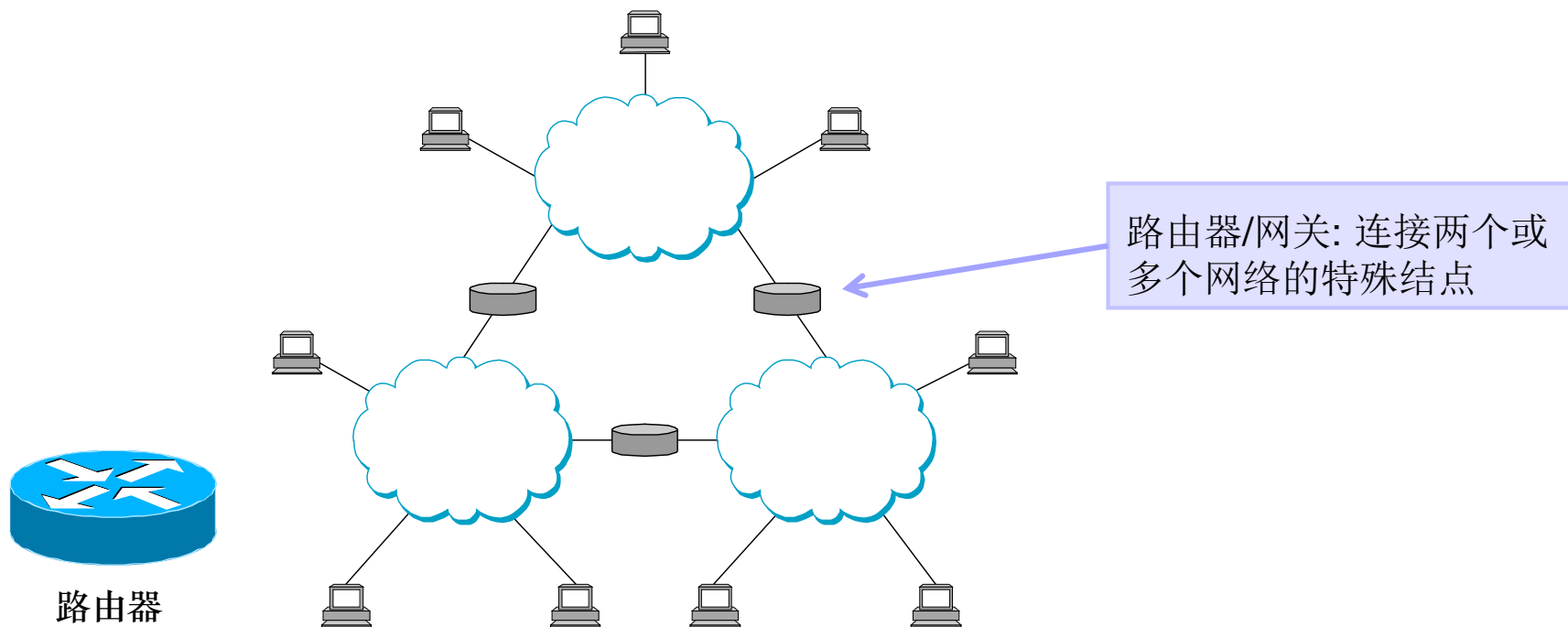


云图形可以用来表示任何类型的网络, 可以是一个最简单的点到点链路, 一个多路访问链路或者一个交换网络.

更为复杂的情况: 网络互联 (多个网络)

□ 网络互联

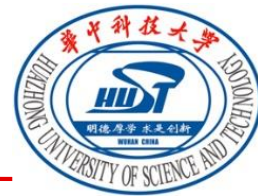
- 多个独立的网络 (云) 相互连接形成互联网



连通性

□ 小结

- 网络可以由网络的嵌套来构成
- 可以将网络递归地定义为
 - 两个或多个结点通过一条物理链路链接
 - 两个或多个网络通过一个结点互联
- 挑战
 - 如何指明与哪个结点通信?
 - 为每一个结点分配一个地址
 - 如何利用结点地址将报文发给目的结点?
 - 路由



设计需求

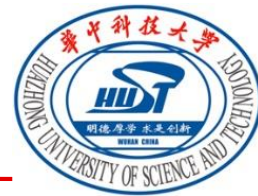
□ 可扩展的连通性

- 提供多个计算机之间的连通性
- 要求：提供命名及路由机制

□ 高性价比的资源共享

- 在资源约束条件下保证其通信的高效性

□ 支持通用服务



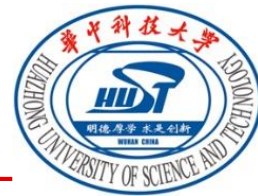
高性价比的资源共享

□ 建立在连通性基础之上的需求

- 所有的主机之间可以同时交换消息
- 能够适应突发的计算机通信需求
- 有效且公平的共享有限的网络资源

□ 深入讨论交换网络，研究其资源共享策略

- 交换网络
- 多路复用技术



回顾：电路交换 vs. 分组交换

电路交换

Circuit switching

分组交换

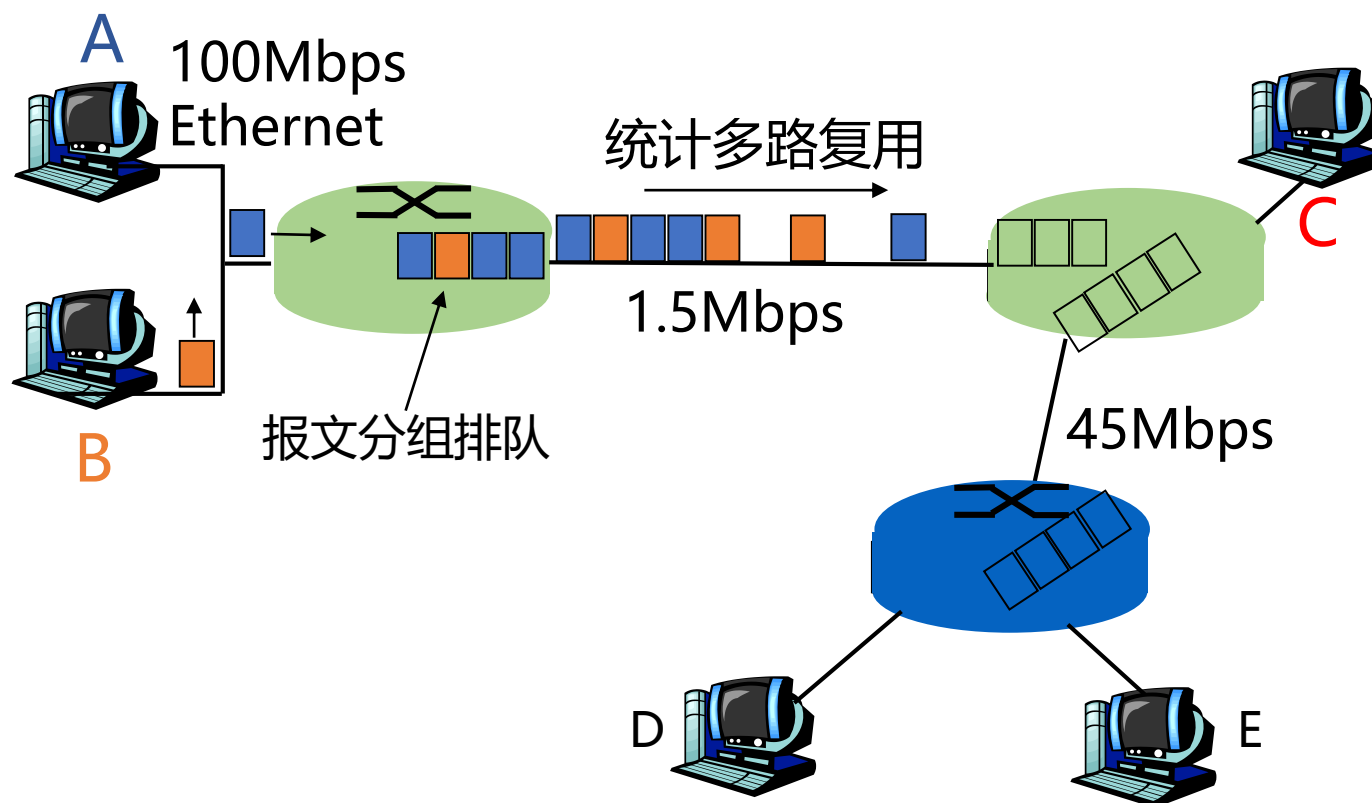
Packet switching

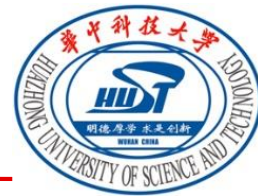
资源利用率	较低	较高
服务保证	可提供服务质量保证	难以提供服务质量保证
网络扩展性	建立连接需要大量状态信息，难以支持大规模服务	服务的接入无需预约资源，易于支持大规模服务
网络健壮性	较低，部分网络结点失效将导致很多服务的中止	较高，部分网络结点失效不影响整体网络的工作
适用服务类型	面向连接的服务 Connection oriented service	无连接服务 Connectionless service
适用业务特征	交互式实时会话/持续流量 例如电话	突发性流量传输 例如互联网应用

回顾：统计多路复用

□ 将通信媒质切分为许多不同带宽的逻辑链路

➤ 分组挨着分组，按需共享信道





高性价比的资源共享

□ 小结

- 交换技术的选择：分组交换
 - 更适合计算机通信，传输突发流量的效率较高
- 复用技术的选择：统计复用
 - 多个用户以分组为粒度共享网络资源(链路和结点)
 - 每个交换设备可以可以独立处理每个到来的分组(存储转发)
- 挑战
 - 为不同的数据流公平的分配链路带宽→服务质量
 - 中间交换节点的存储资源耗尽→拥塞控制

设计需求

□ 可扩展的连通性

- 提供多个计算机之间的连通性
- 要求：提供命名及路由机制

□ 高性价比的资源共享

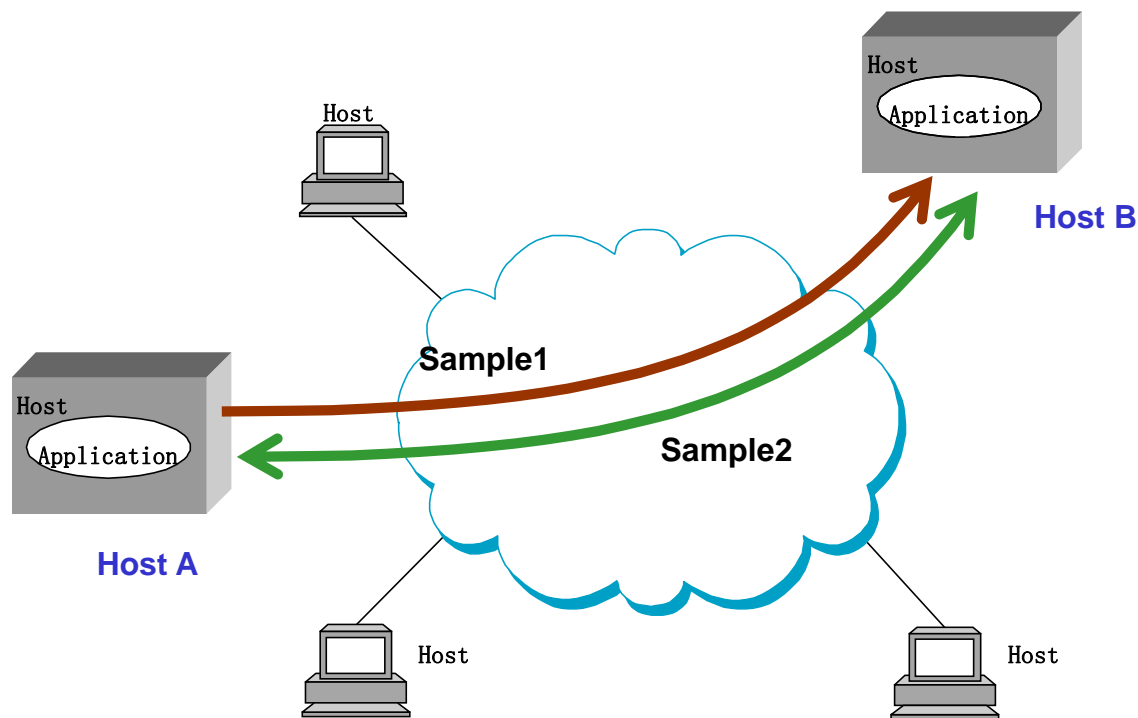
- 在资源约束条件下保证其通信的效性
- 要求：分组交换、资源分配

□ 支持通用服务

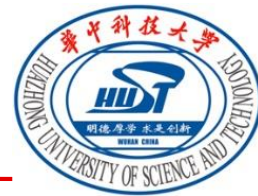
- 为不同的应用提供共同的通信模式
- 提供一定的容错性

支持通用服务

- **目标1:** 网络支持各种不同的应用
- **动机1:** 简化目标, 对大多数的应用需求进行分类, 并提供相应的公共服务.



Sample 1: Host A send a text file in 1Mb size to Host B
Sample 2: Host A request streaming video from Host B



通用服务

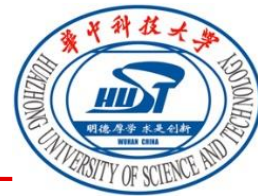
□ 通用服务

- 一些可以重复调用的网络软件服务构件

□ 共同的通信模式

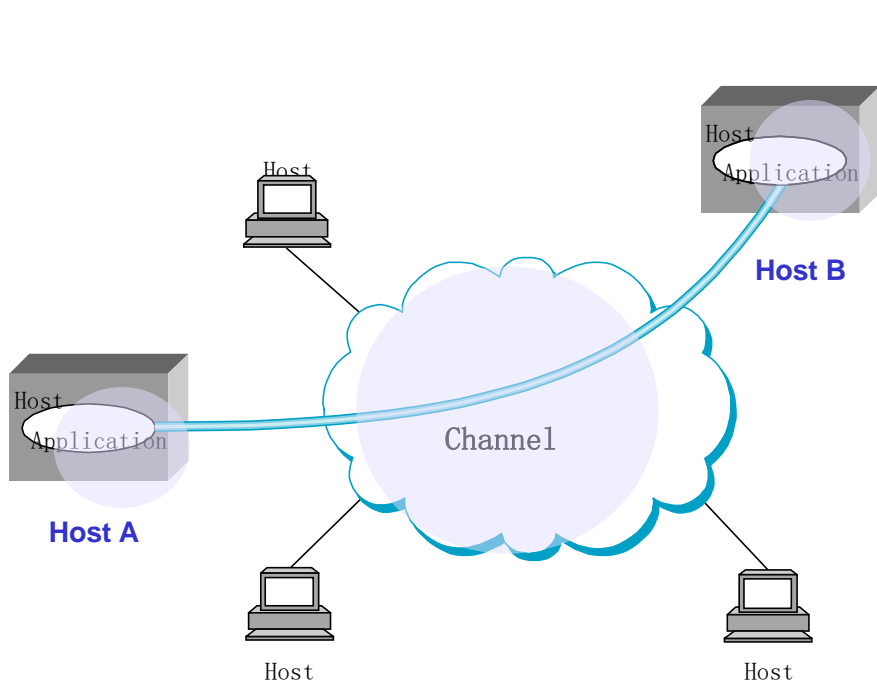
- 共同的通信需求
- 两种基本通信模式
 - **请求/响应**：保证源端发送的每一个消息均可以被目的端所接收，且每一个分组仅传送一次。
 - **消息流**：支持单向和双向传输，且支持不同的延迟特性，需要保证传送的消息必须按序到达，支持多点播送。

通用服务

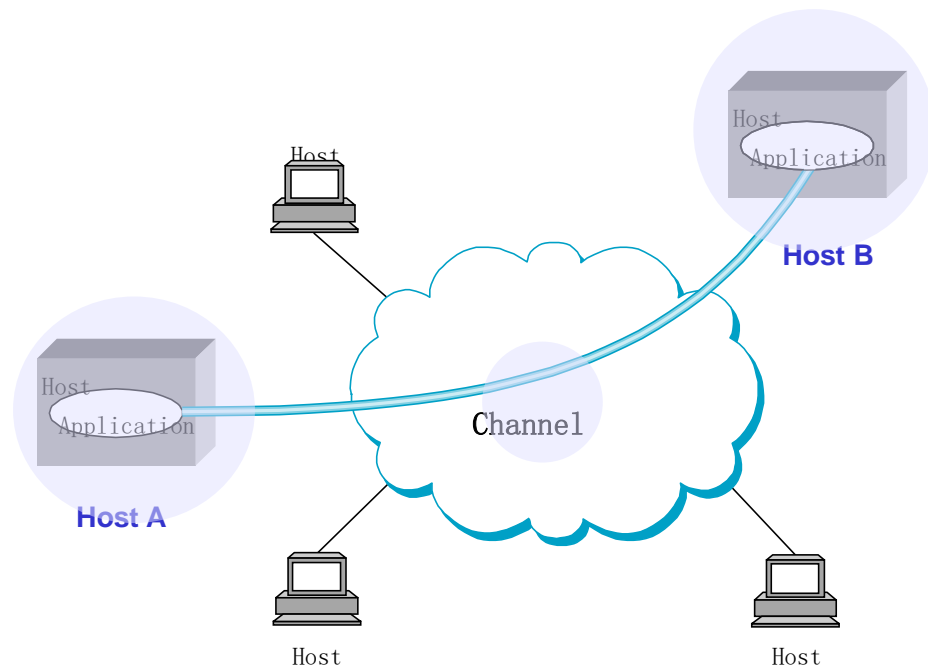


□ 讨论：通用服务由特定的软件实现，在何处开发部署？

➤ 主机与网络之间的功能分配问题



Simple host, Complex Network
Sample: telephone network



Complex host, Simple Network

电话网: Dumb Edge, Smart Core

□ Dumb 话机

- 拨号
- 发声和收听

□ Smart 交换设备

- 连接的建立和释放
- 沿既定链路转发消息

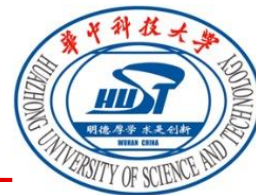
□ 服务受限

- 语音
- Later, 传真, caller-id, ...

□ 长期垄断地位



Internet: Smart Edge, Dumb Core

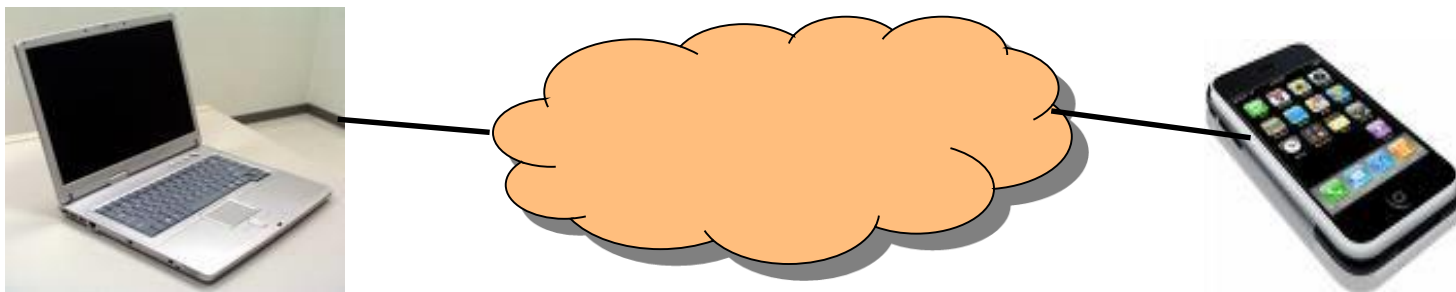


□ 端到端原则

- 只要有可能，通信协议业务应界定为发生在一个通信系统的端点

□ 可编程性

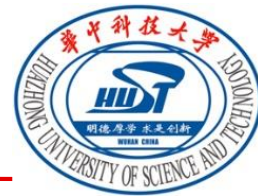
- 利用可编程的终端主机，任何人可以在任意时间添加新的网络服务



- 终端主机越来越普及，功能日益强大....

支持通用服务

- ❑ 目标2: 在现实网络条件下支持各种不同的应用
- ❑ 动机2: 提供可靠的消息传送, 能够对故障进行分类处理
- ❑ 三类故障
 - 比特错误 (比特级)
 - 外部电磁干扰等
 - 分组丢失 (分组级)
 - 内存溢出, 或分组出现了不可纠正的比特错误
 - 如何区分分组是丢失还是延迟到达?
 - 链路故障/结点当机 (链路/结节点级)
 - 如何区分主机故障还是运行速度慢?
- ❑ 屏蔽部分故障
 - 使得网络对于应用程序而言具有更强的可靠性



支持通用服务

□ 小结

- 支持应用进程通信的需求可以等同于通用服务模式的设计
- 将不同网络应用的传输需求，映射为少量通用服务模式
- 向网络应用开发者发布通用服务模式

- 挑战
 - 设计通用模式以及功能的划分
 - 克服现实网络中的故障，提供各种不同级别的可靠性保证

需求总结

□ 从需求出发，总结出网络设计的关键性问题

➤ 可扩展的连通性

→命名: 为每一个结点定义一个地址

→路由: 将消息沿正确的路径转发至目的结点

➤ 高性价比的资源共享

→联网: 分组交换网

→资源分配: 保证流的公平性, 拥塞控制

➤ 支持通用服务

→设计通用模式: 传输协议

→质量保证: 针对不同级别的故障提供可靠性保证

□ 设计思路: **Smart Edge, Dumb Core**

□ 问题：如何构建一个计算机网络

- 系统方法的思想
- 网络体系结构的基本概念
- OSI参考模型
- TCP/IP参考模型
- OSI与TCP/IP参考模型的比较

网络体系结构

□ 网络系统的本质

➤ 异构性

- 链路: 有线, 无线, 光
- 交换: 电路, 数据报, 虚电路
- 主机: PC, 服务器, ...

➤ 不同的应用

- FTP, Web, Email, media, ...

□ 为了有助于处理网络的复杂性, 网络设计者制定了通用的蓝图

➤ 通常称为网络体系结构

➤ 用以指导网络的设计与实现

网络设计的蓝图是什么？

□ 协议

- 向高层实体提供通信服务
- 定义与对等实体之间交换信息的格式与含义

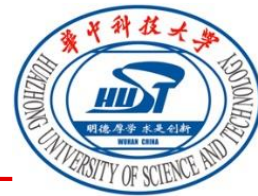
□ 模块化设计

- 分而治之

□ 分层体系结构

- OSI体系结构
- Internet体系结构

协议



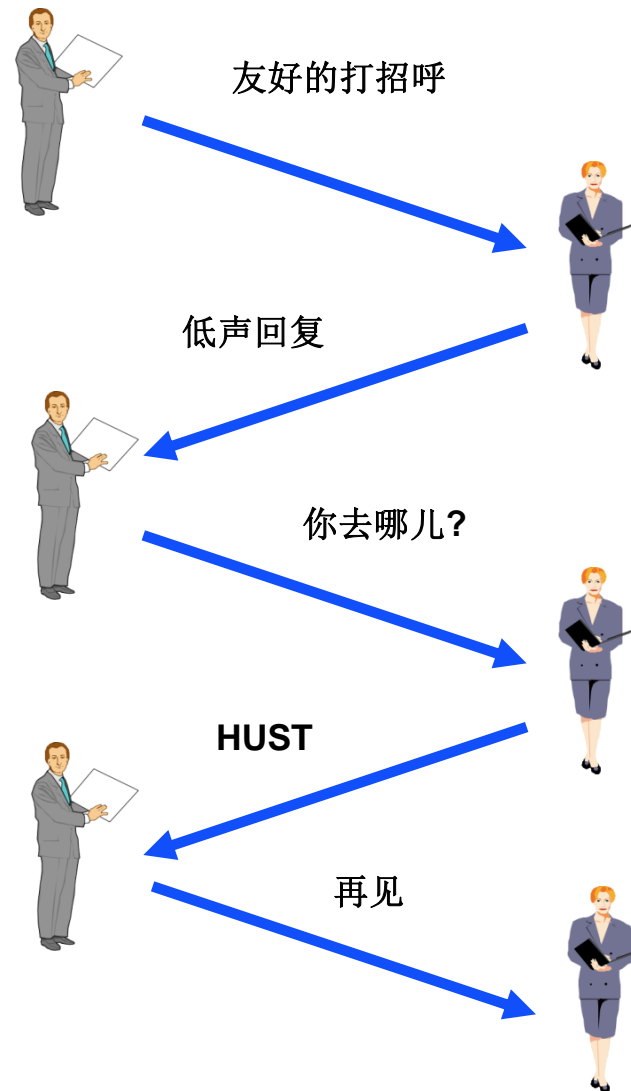
□ 协议

- 定义: 两个或多个网络对等实体之间通信所需遵从的特定规则
- 端到端通信: 协议的主要部分
- 向上层实体提供服务

□ 协议三要素

- **语法** 数据与控制信息的结构或格式。
- **语义** 需要发出何种控制信息, 完成何种动作以及做出何种响应。
- **同步** 事件实现顺序的详细说明。

通信双方要说的事情多种多样, 导致网络协议异常复杂



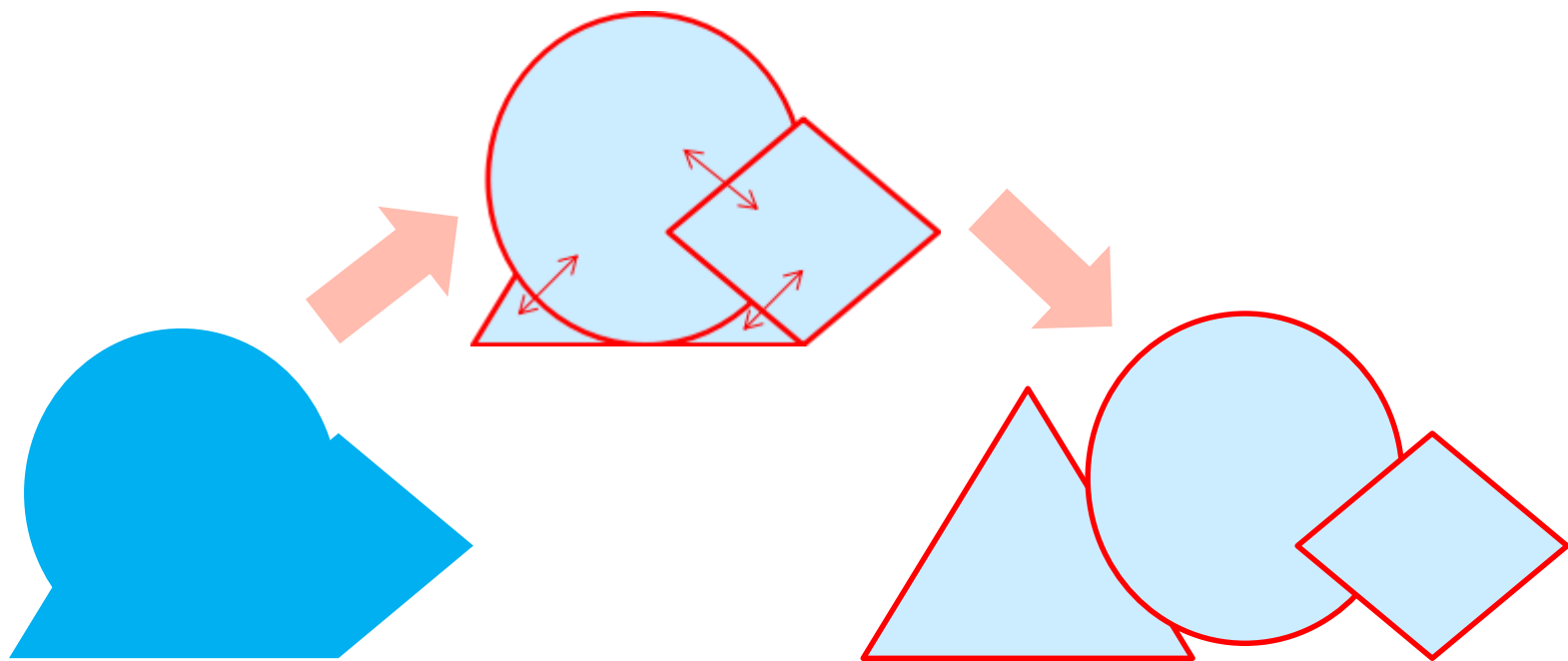
网络体系结构

- 计算机网络的体系结构(architecture)是计算机网络的各层及其协议的集合
- 体系结构不是实现(implementation)
 - 体系结构是抽象的，是针对计算机网络及其部件所应完成的功能的精确定义
 - 而实现则是具体的，是遵循这种体系结构的前提下用何种硬件或软件完成所需的这些功能
- 体系结构关注如何“组织”实现
- 体系结构是网络的模块化设计
 - 不同的模块如何组织？
 - 不同的模块之间如何交互？

模块化设计方法

□ 描述

- 将整个系统划分为许多较小的更为简单的不同功能模块, 模块之间通过接口之间相互关联



分层的架构设计方法

□ 分层(Layering)

- 模块化的一种特殊形式，将系统划分为若干层次
- 每个层次包括一系列实体的集合，一个实体提供的服务完全基于更底层实体所提供的服务，同层次内的实体间可以实现对等通信

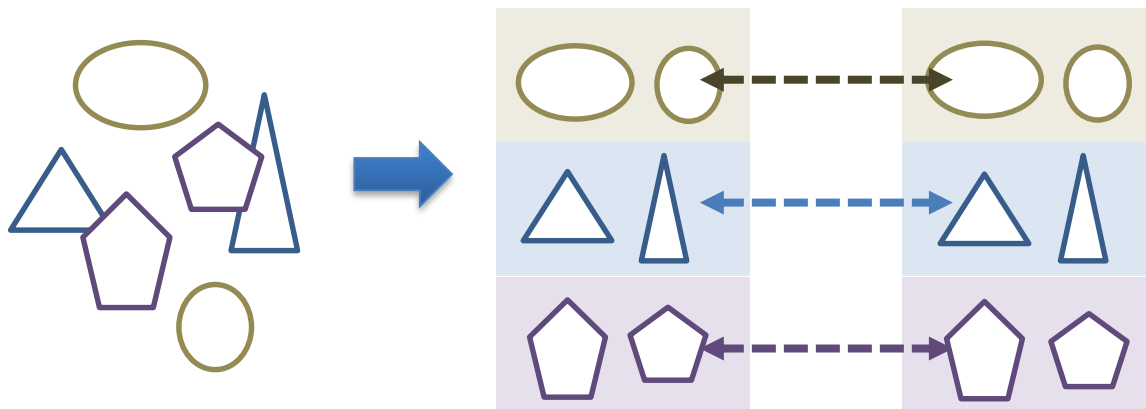
□ 优点

- 模块化
- 重用
- 功能抽象

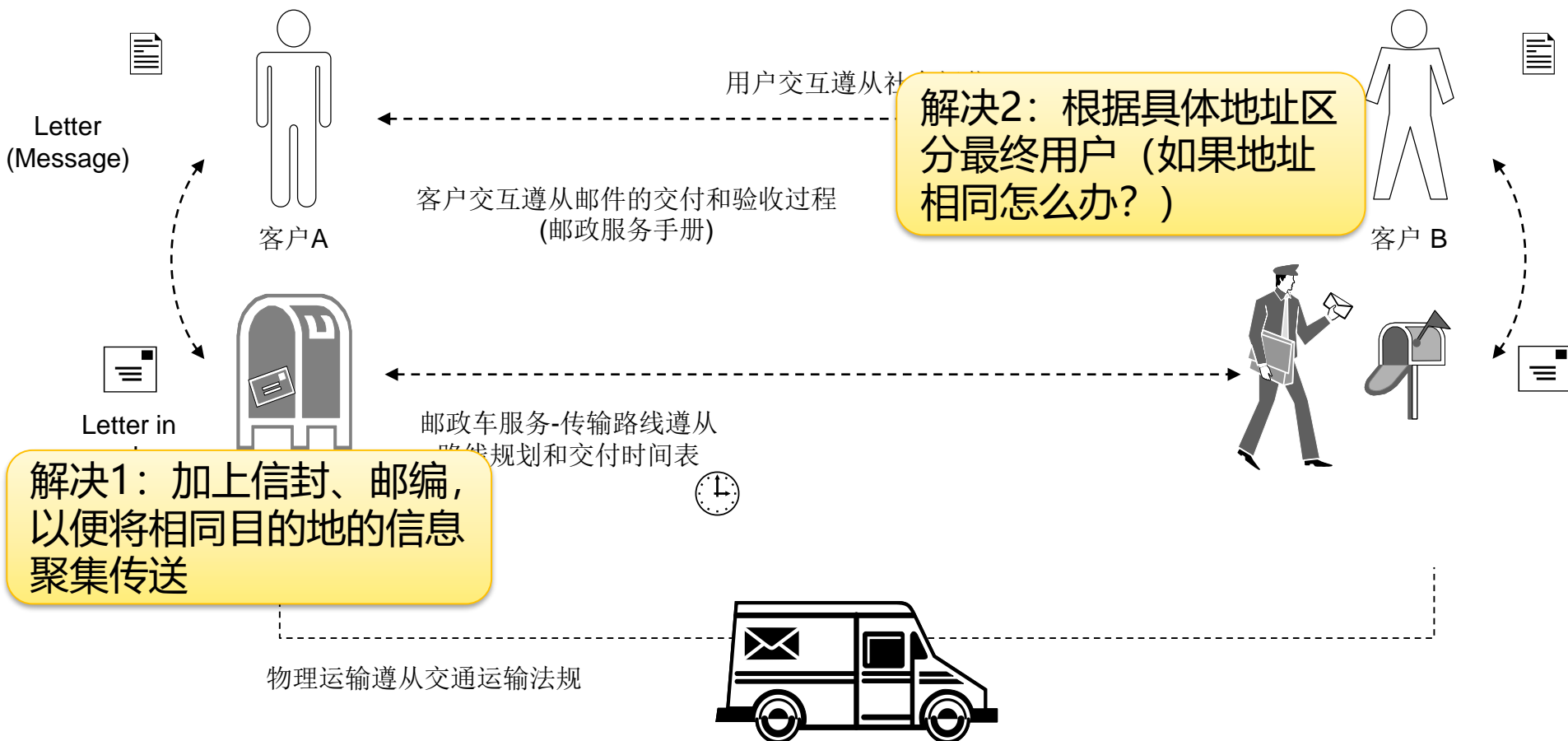
□ 缺点

- 低效

□ 关键问题: 如何划分不同层次的功能?



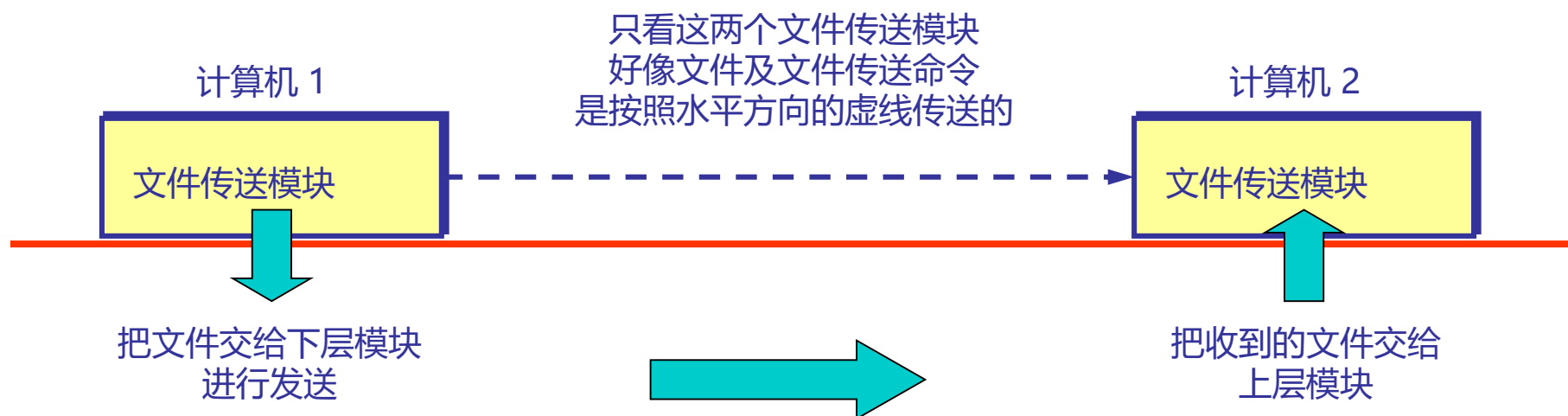
分层架构：以邮政为例



问题1. 如何在不同层次之间有效率地传递信息？
问题2. 如何在同一层内有区分的传递信息？

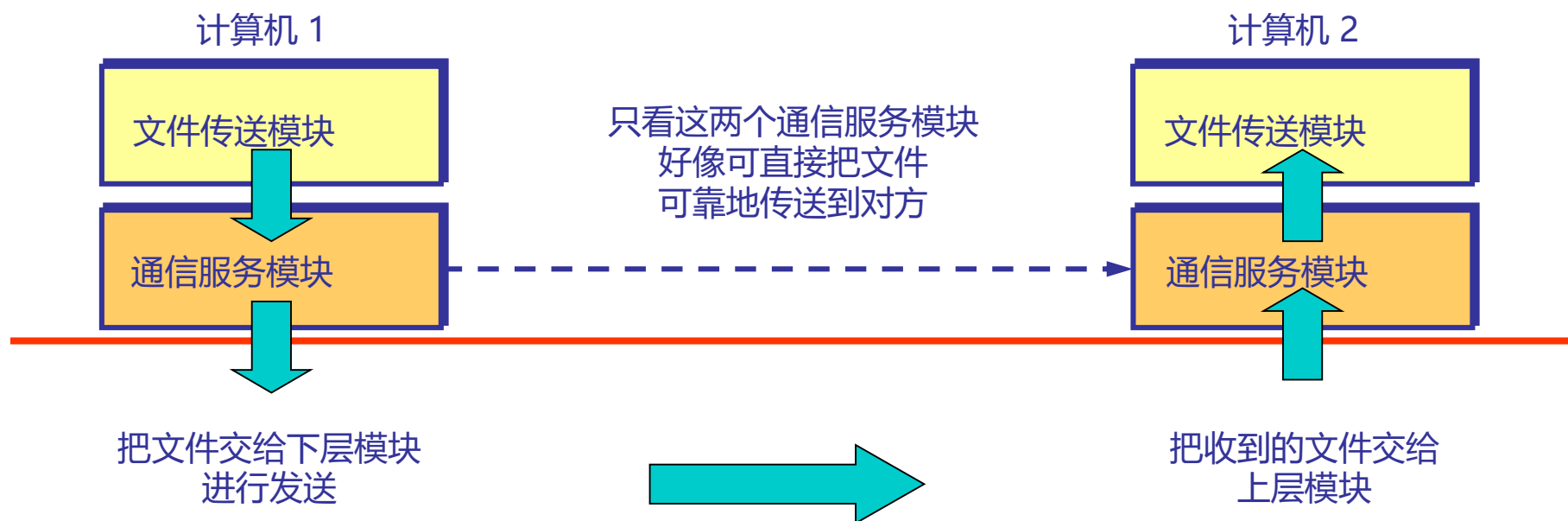
分层和协议

□ 两个计算机交换文件



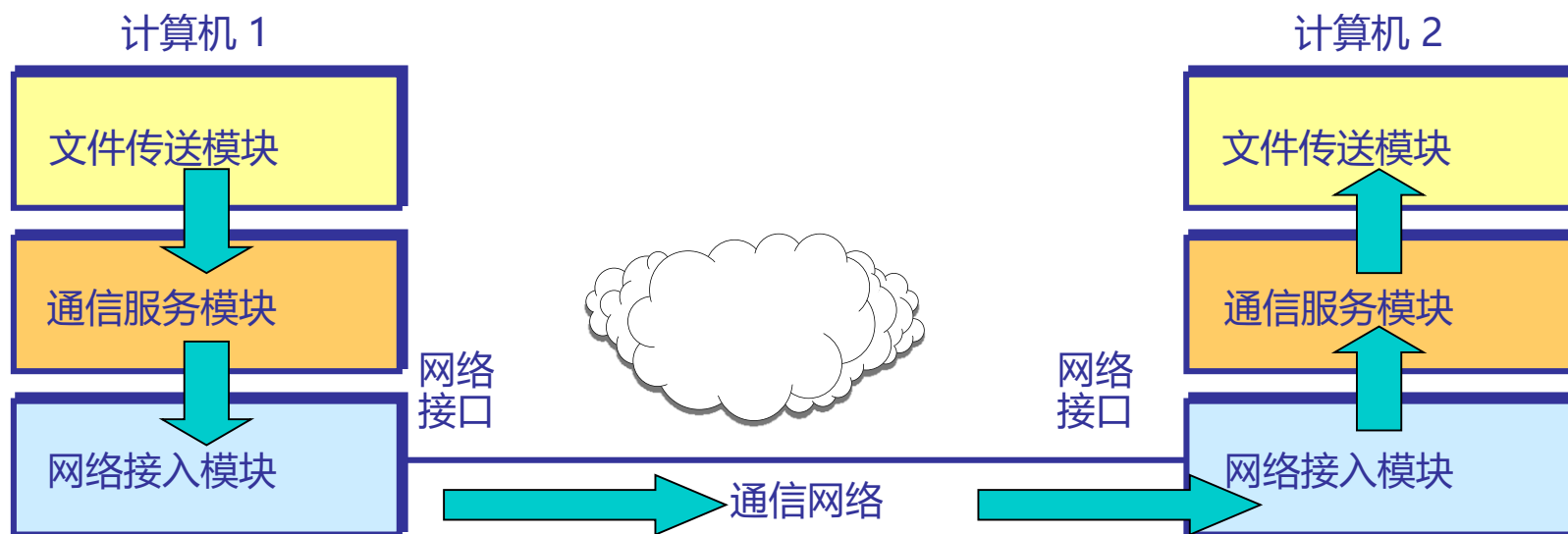
分层和协议

□ 再设计一个通信服务模块



分层和协议

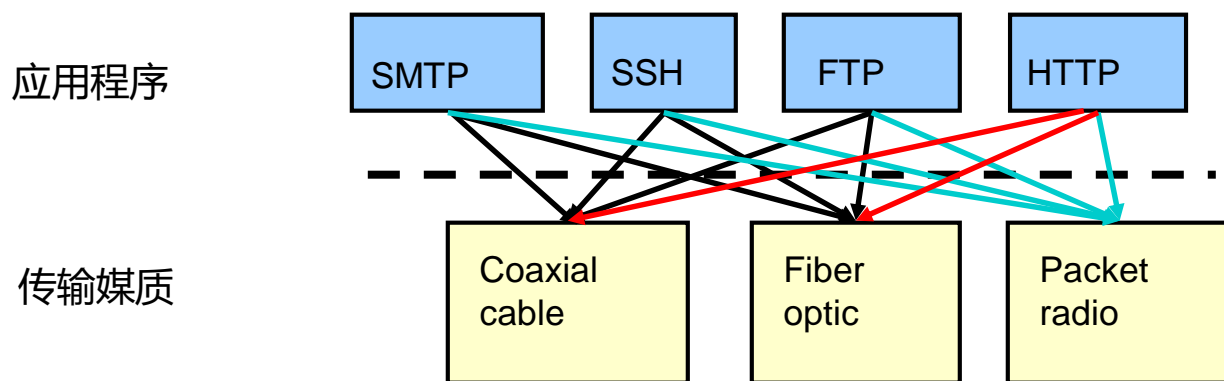
□ 再设计一个网络接入模块



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。

分层和协议

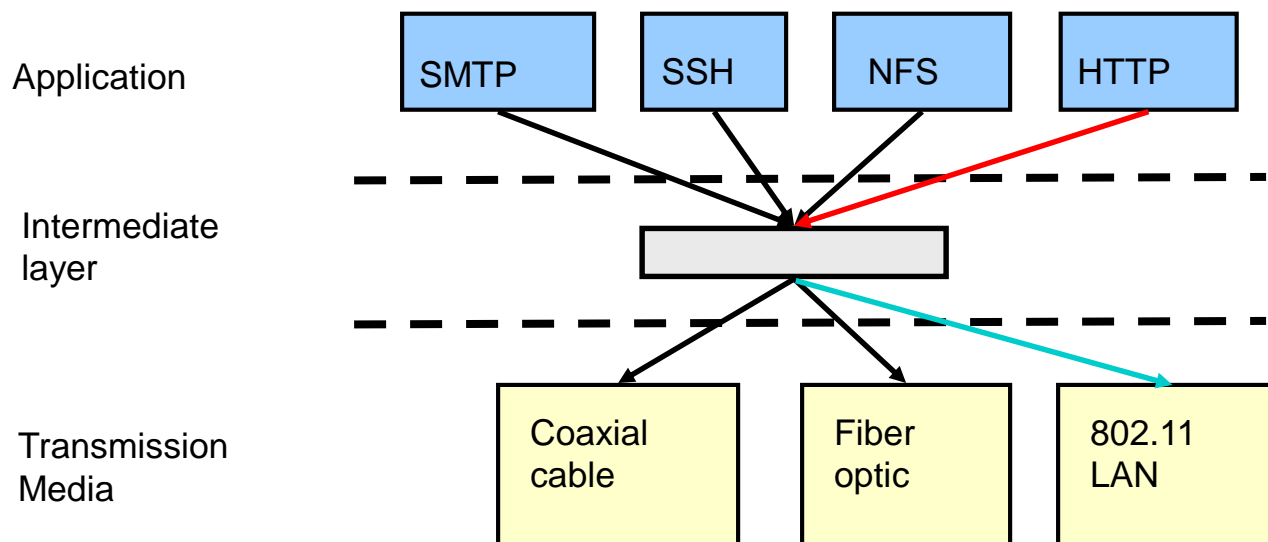
- ❑ 新的应用需要支持现有的所有传输媒质
 - 增加一个新的应用需要 $O(m)$ 次工作, m = 传输媒质的数量
- ❑ 新的传输媒质需要对现有的所有应用进行修改
 - 增加一种新的传输媒质需要 $O(a)$ 次工作, a = 应用的数量
- ❑ 整个系统需要 $O(ma)$ 次工作 → 工作繁杂, 工作量大

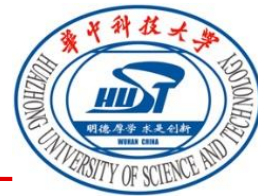


分层和协议

□ 解决方法: 增加一个中间层提供各种不同网络技术的抽象

- 增加应用或传输媒质需要 $O(1)$ 次工作
- 间接方式是计算机科学领域的一种常用技术





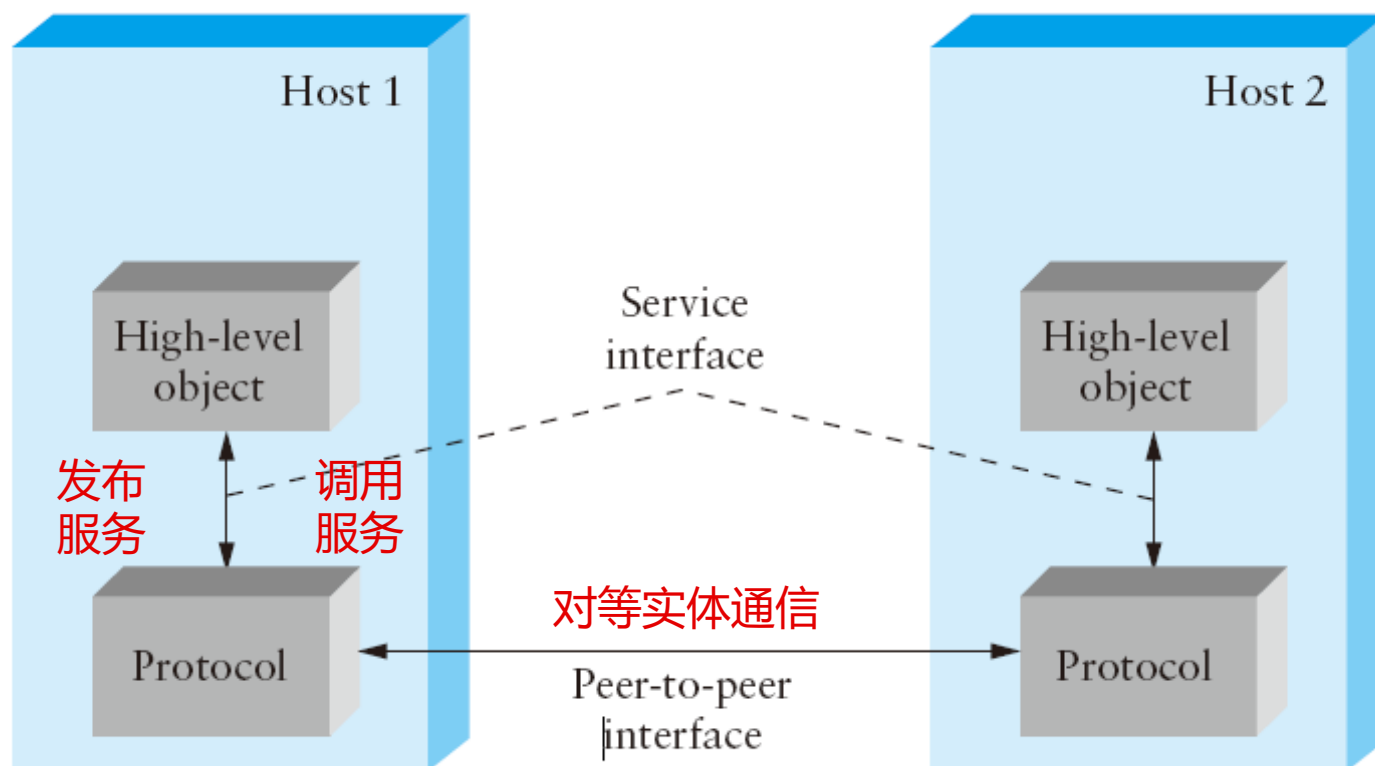
实体和服务

□ 实体: 构成网络系统各个层次的抽象对象

- 任何可发送或接收信息的硬件或软件进程，多数情况下指某个特定的模块
- 协议是控制两个对等实体进行通信的规则的组合。
 - 协议是“水平的”
- 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。
 - 服务是“垂直的”
- 本层的服务用户只能看见服务而无法看见下层的协议。
 - 下层的协议对上面的服务用户是透明的。

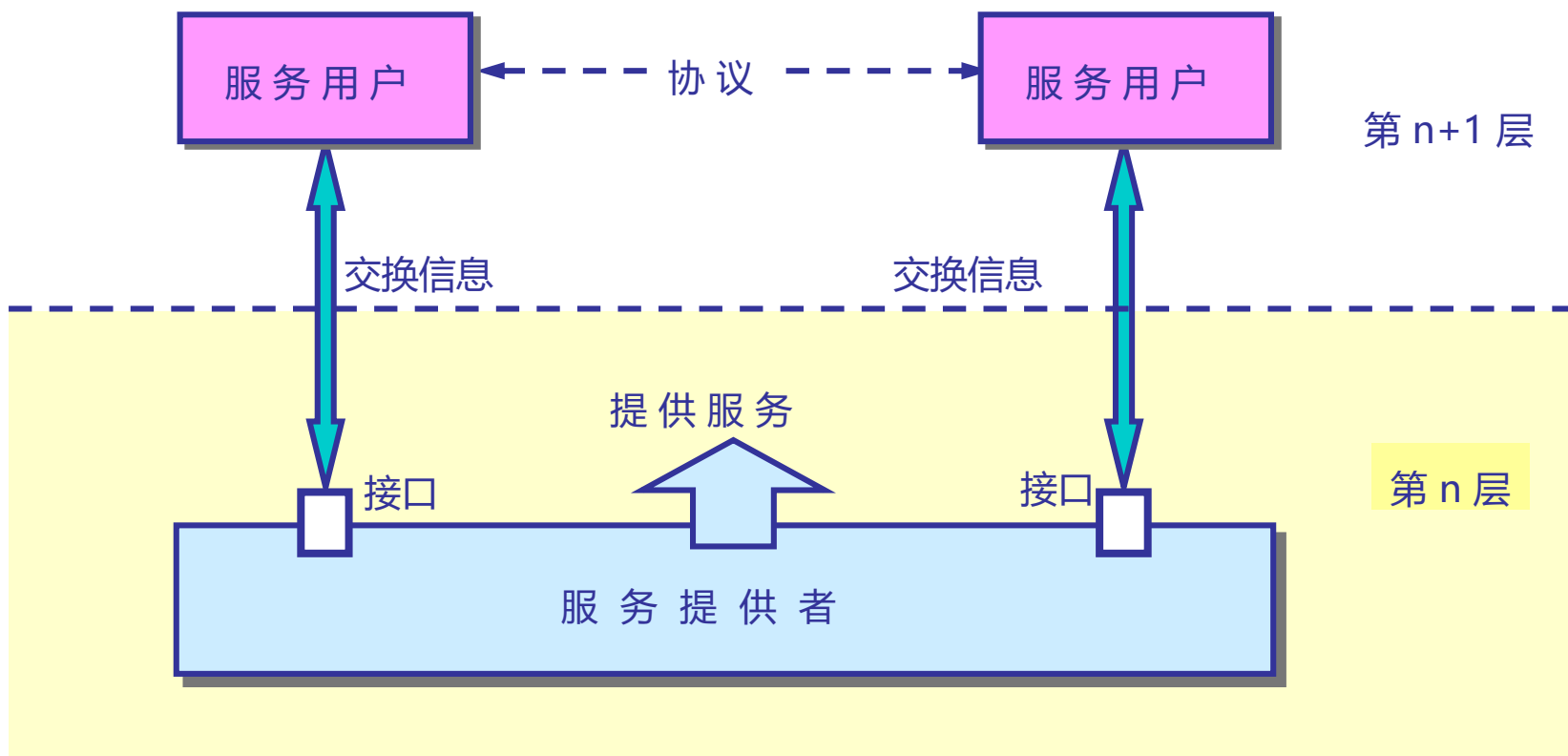
实体的接口

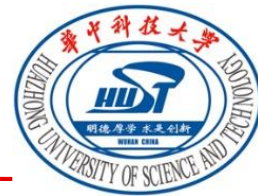
- ❑ 垂直 (向上): 服务接口, 定义下层向上层提供哪些服务
- ❑ 水平 (对端): 与远程计算机同层对等实体的对等接口



实体的接口

- ❑ 垂直 (向上): 服务接口, 定义下层向上层提供哪些服务
- ❑ 水平 (对端): 与远程计算机同层对等实体的对等接口





网络体系结构

- 网络体系结构: 一个协议图的格式和内容的规则的集合

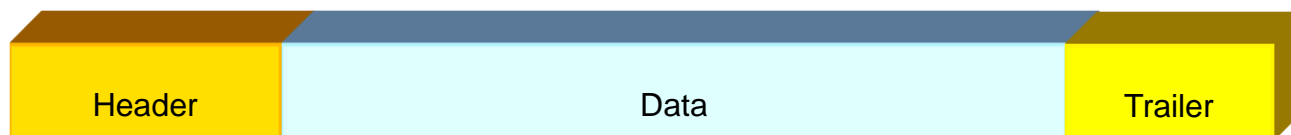
- 协议图的机制
 - 封装 (如何构造分组)
 - 多路复用和解多路复用 (如何识别不同的对象)

封装

□ 为什么要封装?

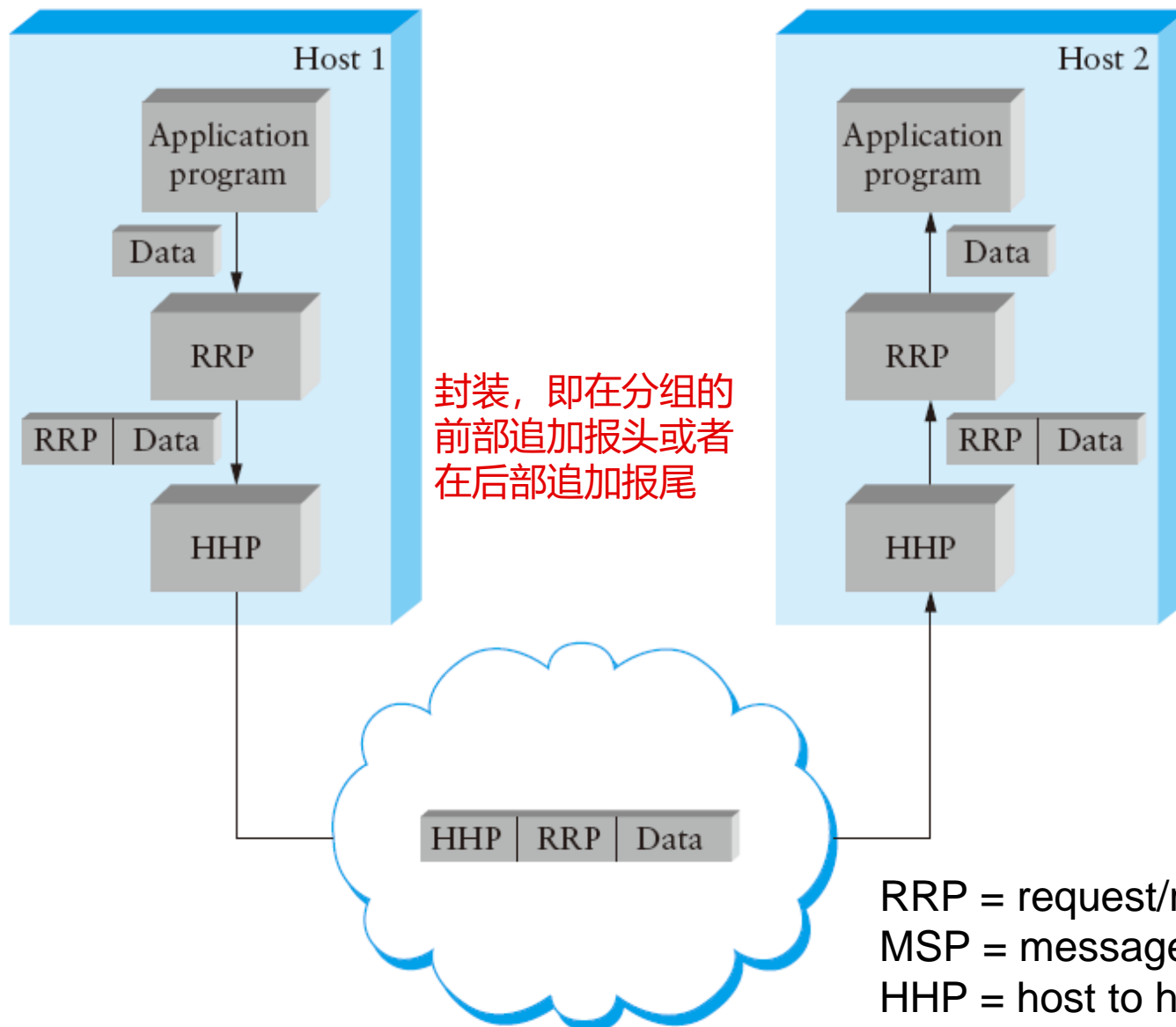
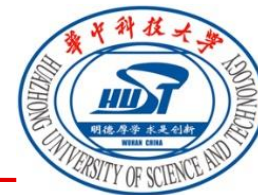
- 通过封装, 协议实体可以在分组中携带信息通告对等实体如何处理收到的分组

□ 示例



- 首部/尾部的加载及分离
- 透明传输
 - 某些特定应用需要进行分组的压缩/解压缩, 加密/解密

封装

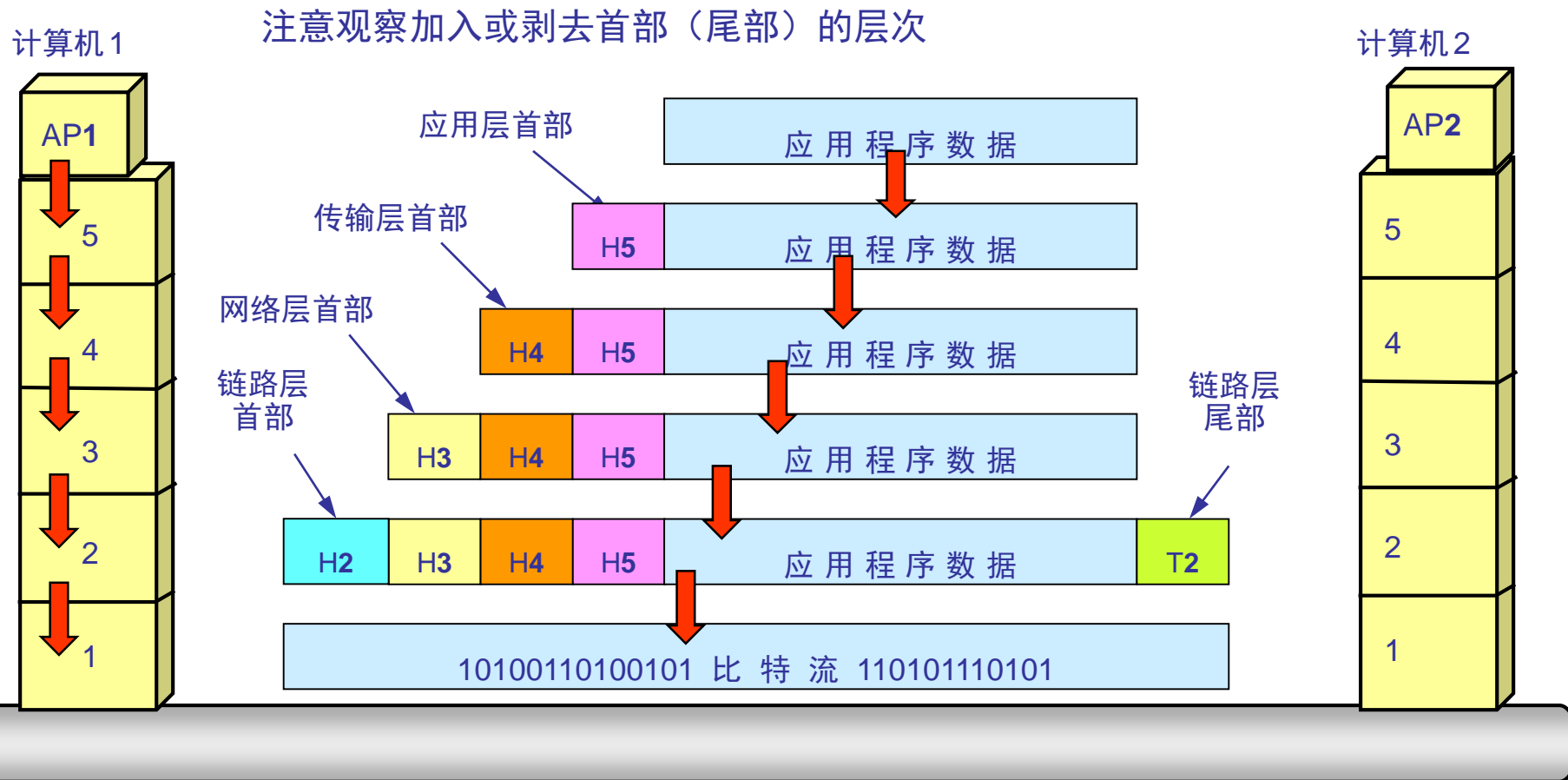


封装，即在分组的前部追加报头或者在后部追加报尾

通过封装, 协议实体可以在分组中携带信息通告对等实体如何处理收到的分组

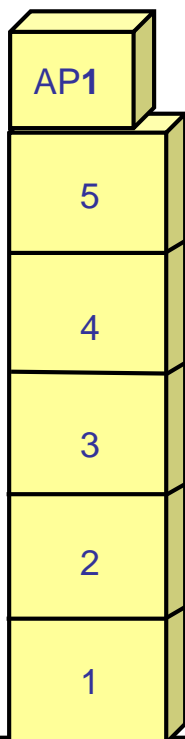
RRP = request/reply protocol
MSP = message stream protocol
HHP = host to host protocol

计算机 1 向计算机 2 发送数据

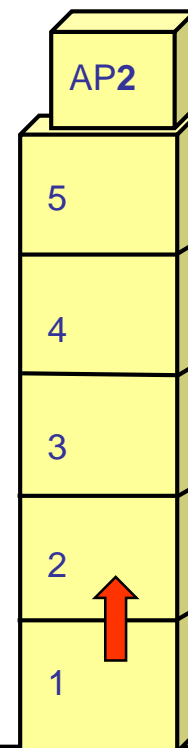


计算机 1 向计算机 2 发送数据

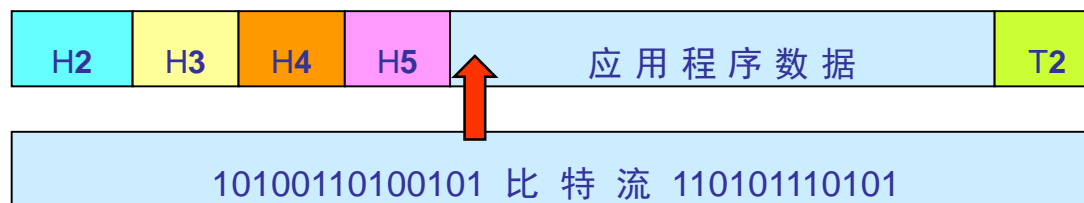
计算机 1



计算机 2

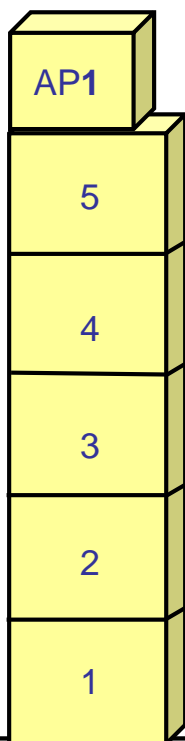


计算机 2 的物理层收到比特流后
交给数据链路层

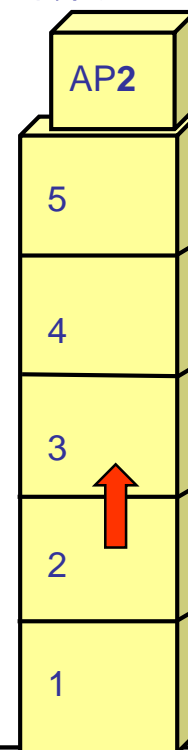


计算机 1 向计算机 2 发送数据

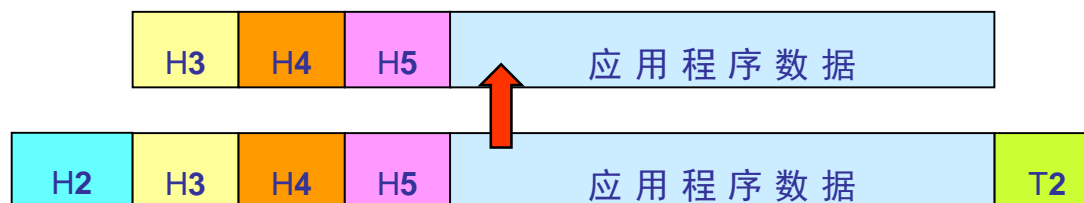
计算机 1



计算机 2

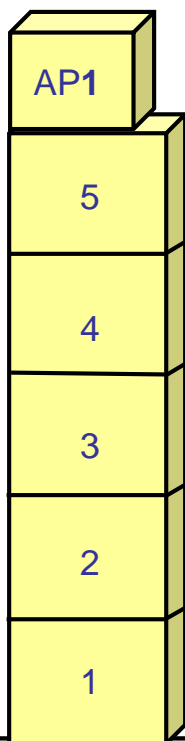


数据链路层剥去帧首部和帧尾部后
把帧的数据部分交给网络层

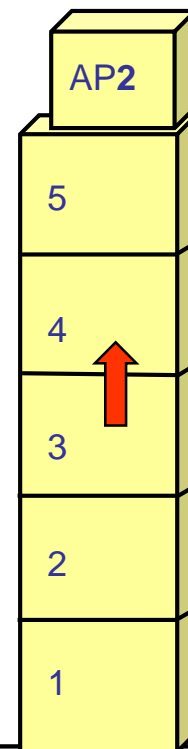


计算机 1 向计算机 2 发送数据

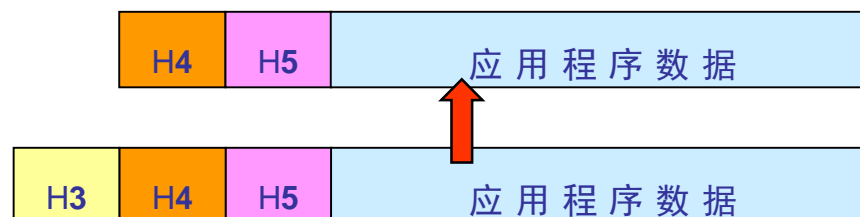
计算机 1



计算机 2

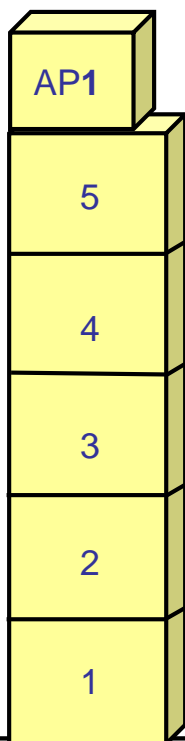


网络层剥去分组首部后
把分组的数据部分交给传输层

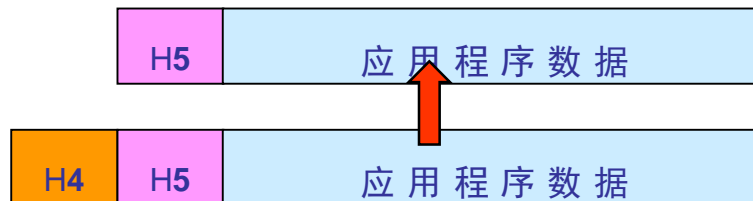


计算机 1 向计算机 2 发送数据

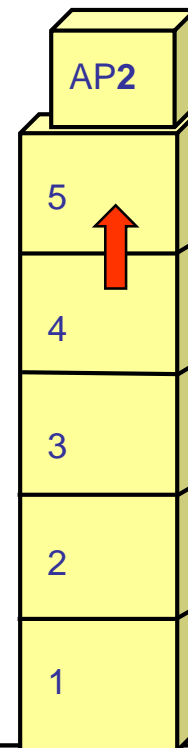
计算机 1



传输层剥去报文首部后
把报文的数据部分交给应用层

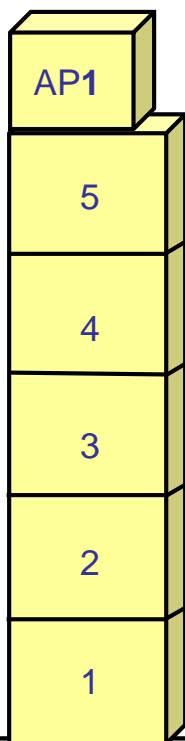


计算机 2

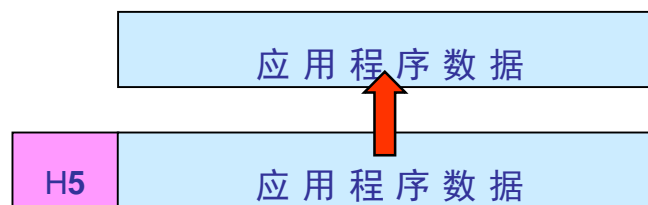
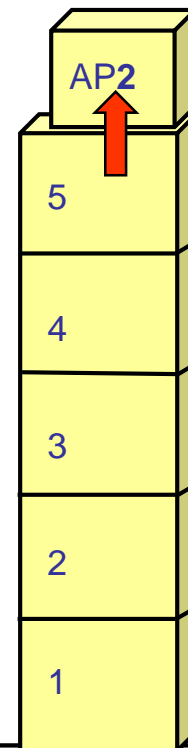


计算机 1 向计算机 2 发送数据

计算机 1

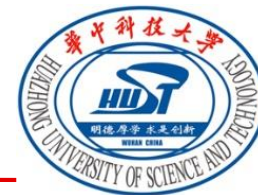


计算机 2

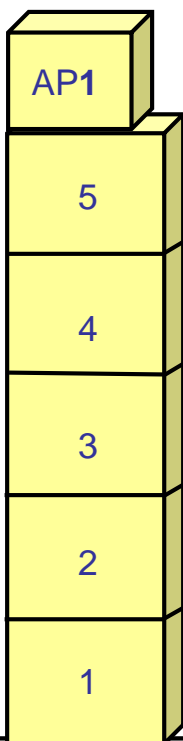


应用层剥去应用层 PDU 首部后
把应用程序数据交给应用进程

计算机 1 向计算机 2 发送数据

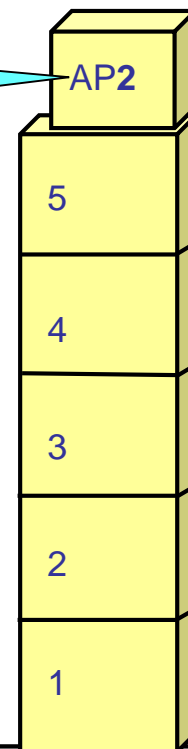


计算机 1



我收到了 AP1 发来的
应用程序数据!

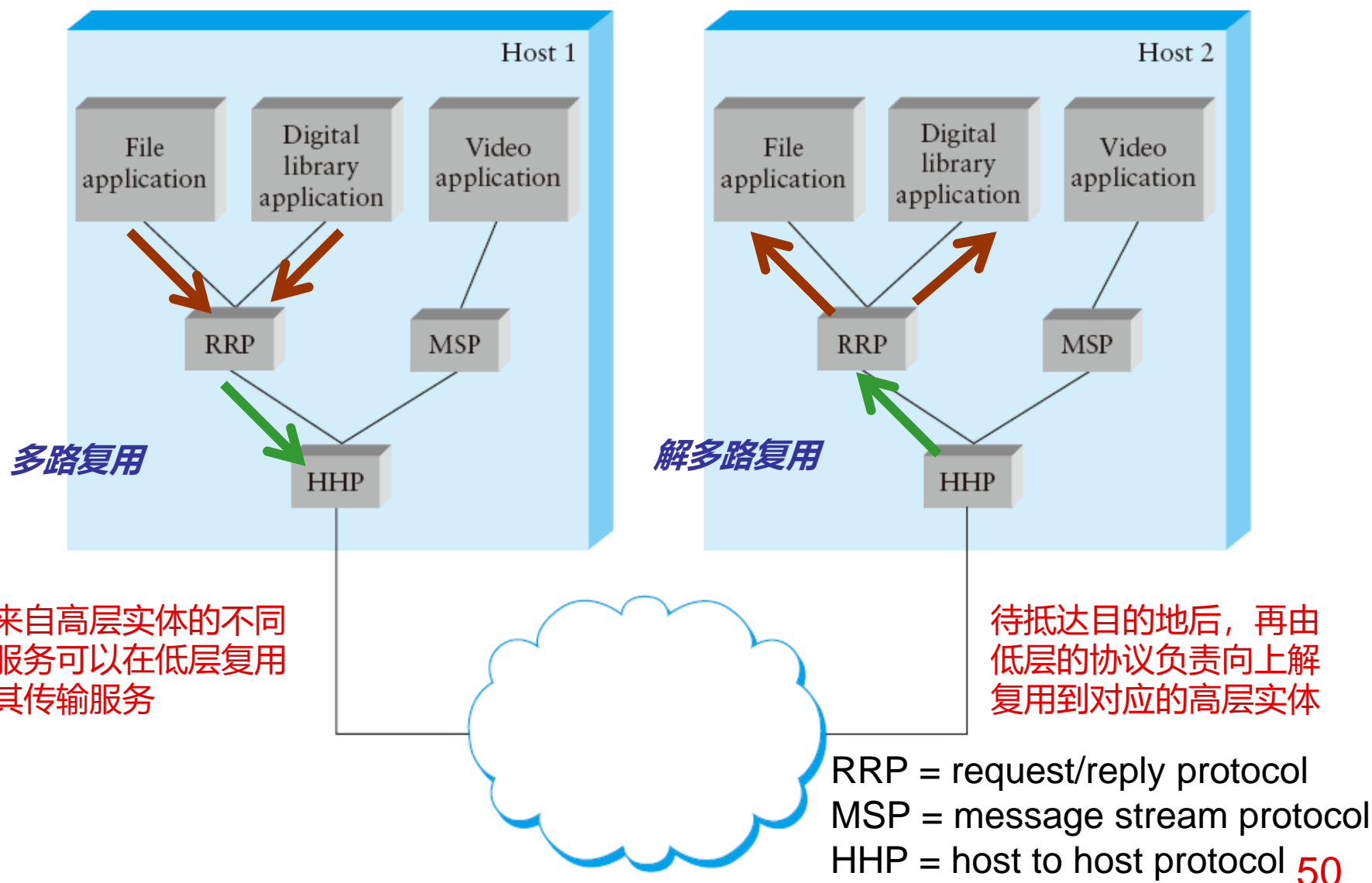
计算机 2

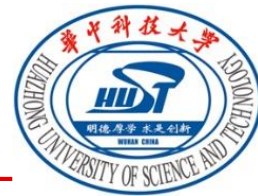


多路复用和解多路复用

- ❑ 复用来自源结点不同高层实体的数据
- ❑ 将数据解复用至目的结点对应的高层实体
- ❑ 需要能够区别数据所属的高层实体
 - 利用解多路复用密钥
- ❑ 各种不同类型的解多路复用密钥

多路复用和解多路复用





分层的设计方法：小结

□ 小结

- 分层的方法有助于厘清复杂系统各组件的交互
- 分层原则：功能明确、接口清晰、层数适中
- 分层的实现：封装、复用与解复用

□ 沿着分层的系统架构设计思路，出现ISO/OSI协议参考模型

- ISO: International Standard Organization 国际标准化组织
- OSI: Open Systems Interconnection 开放系统互联

□ 问题：如何构建一个计算机网络

- 系统方法的思想
- 网络体系结构的基本概念
- OSI参考模型
- TCP/IP参考模型
- OSI与TCP/IP参考模型的比较

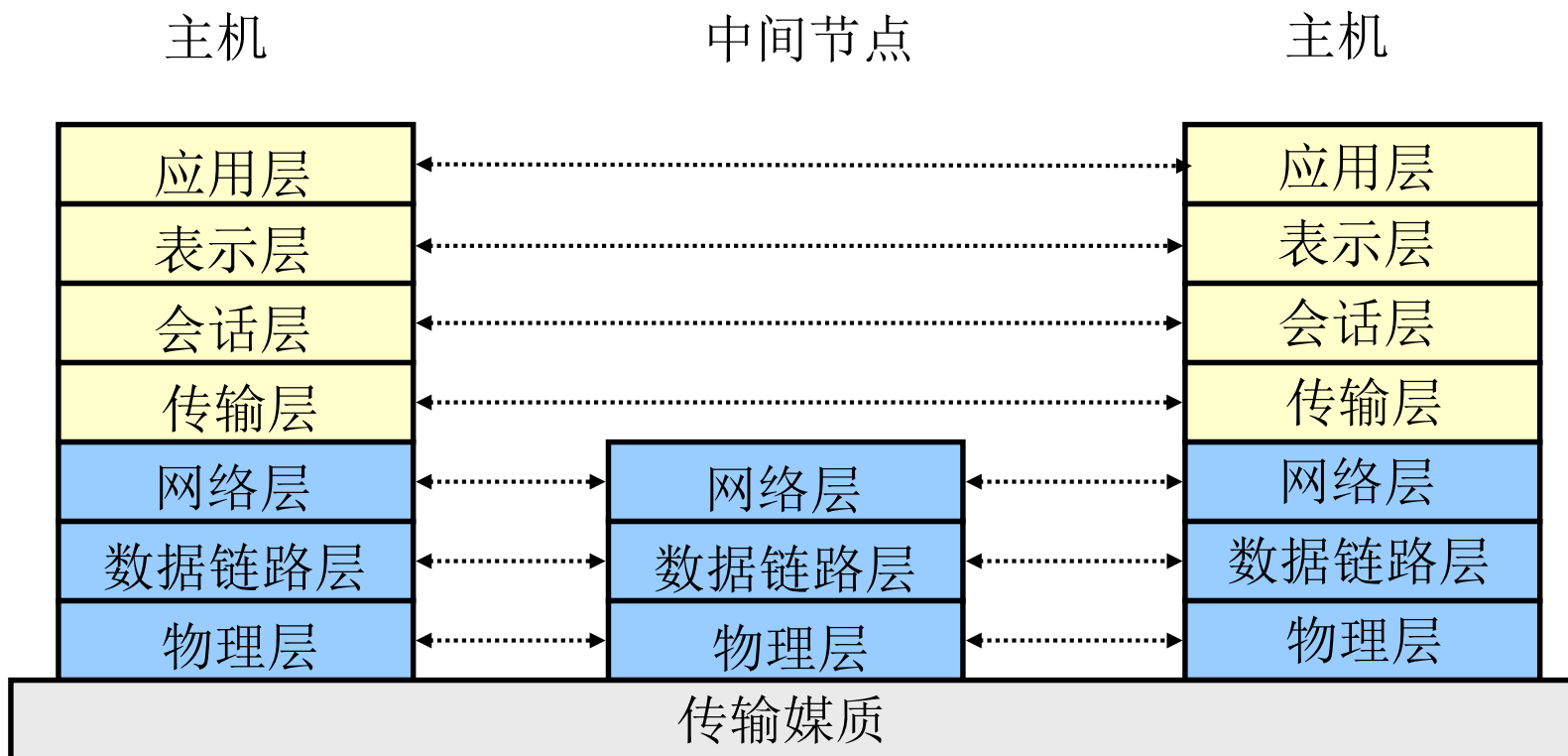
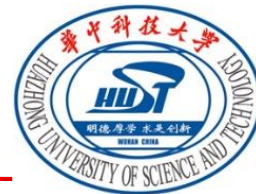
OSI参考模型

□ OSI 参考模型

- OSI – 开放式系统互联
- 由 ISO (国际标准化组织) 制定
- 最早开始于1978
- 目标: 通用的开放式标准
- 仅仅是参考模型
- 示例: “X dot” 系列: X.25, X.400, X.500

□ 在市场化方面 OSI 却失败了

七层模型



各层功能定义

□ 应用层

- 向终端用户提供各类应用服务, 例如: ftp, telnet

□ 表示层

- 数据结构表示, 数据格式转换(加密、压缩)

□ 会话层

- 提供会话管理, 接入控制, 数据传输同步等

□ 传输层

- 实现主机间端到端的连接, 进程间的逻辑信道

□ 网络层

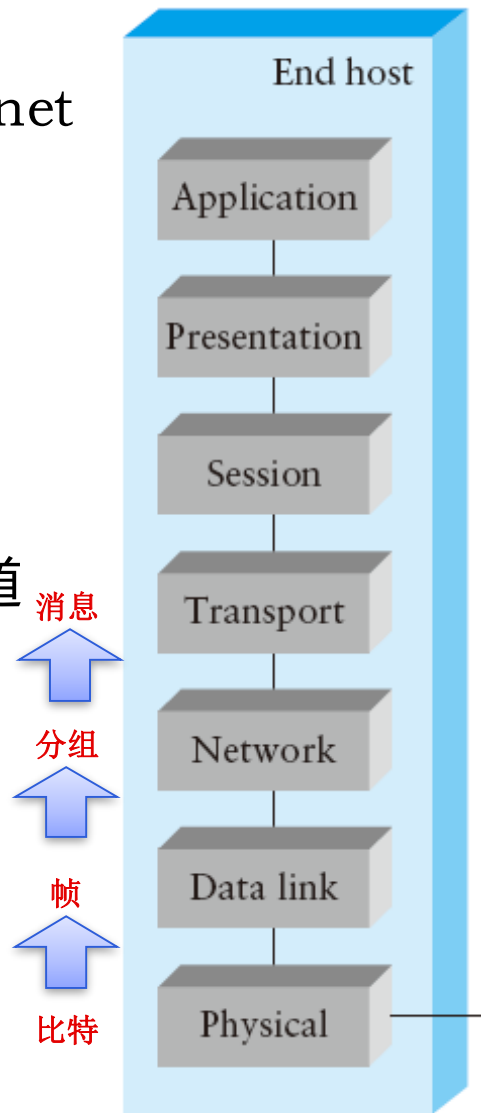
- 处理分组交换网络中的路由选择

□ 数据链路层

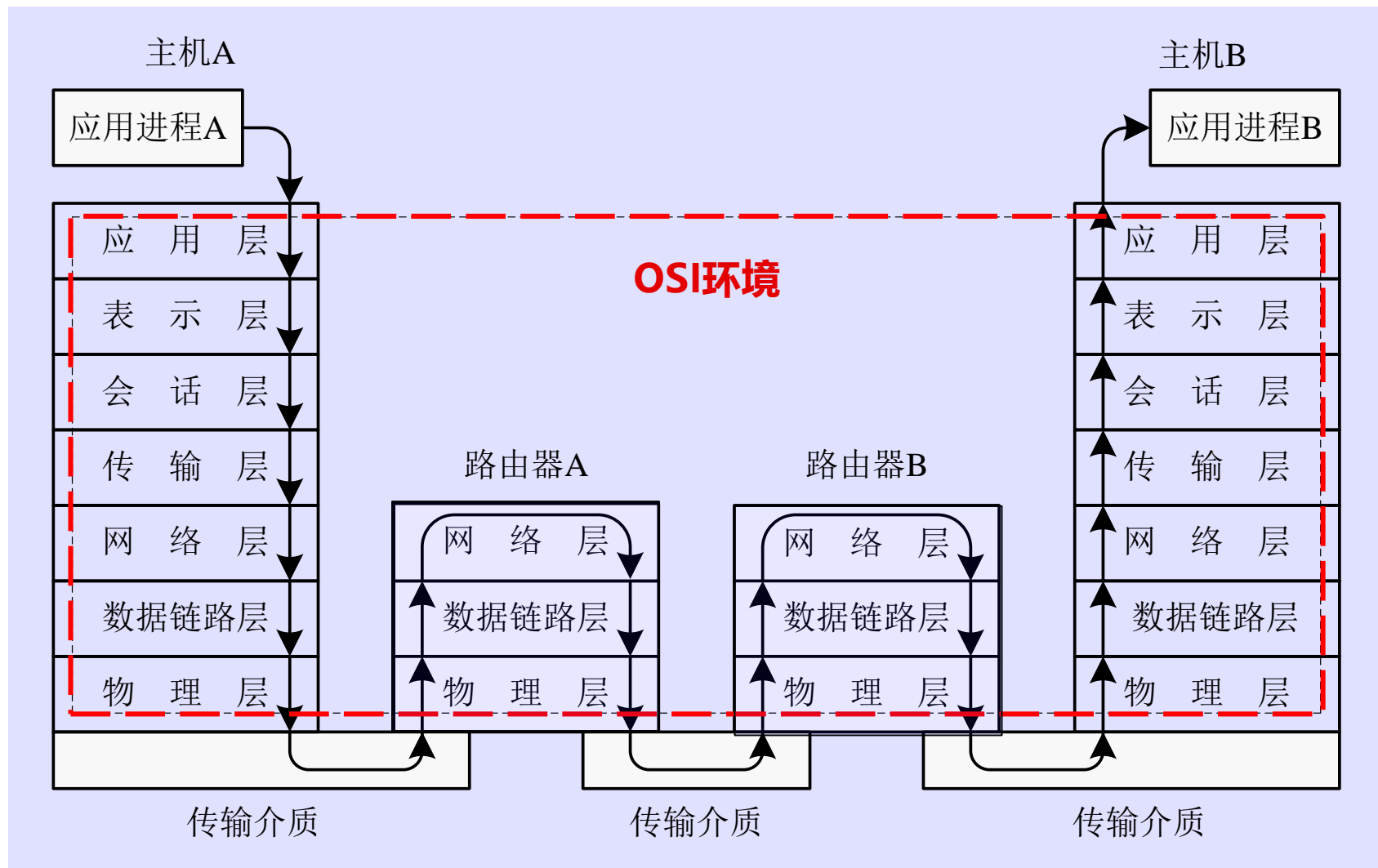
- 收集比特流组合成帧、介质访问控制

□ 物理层

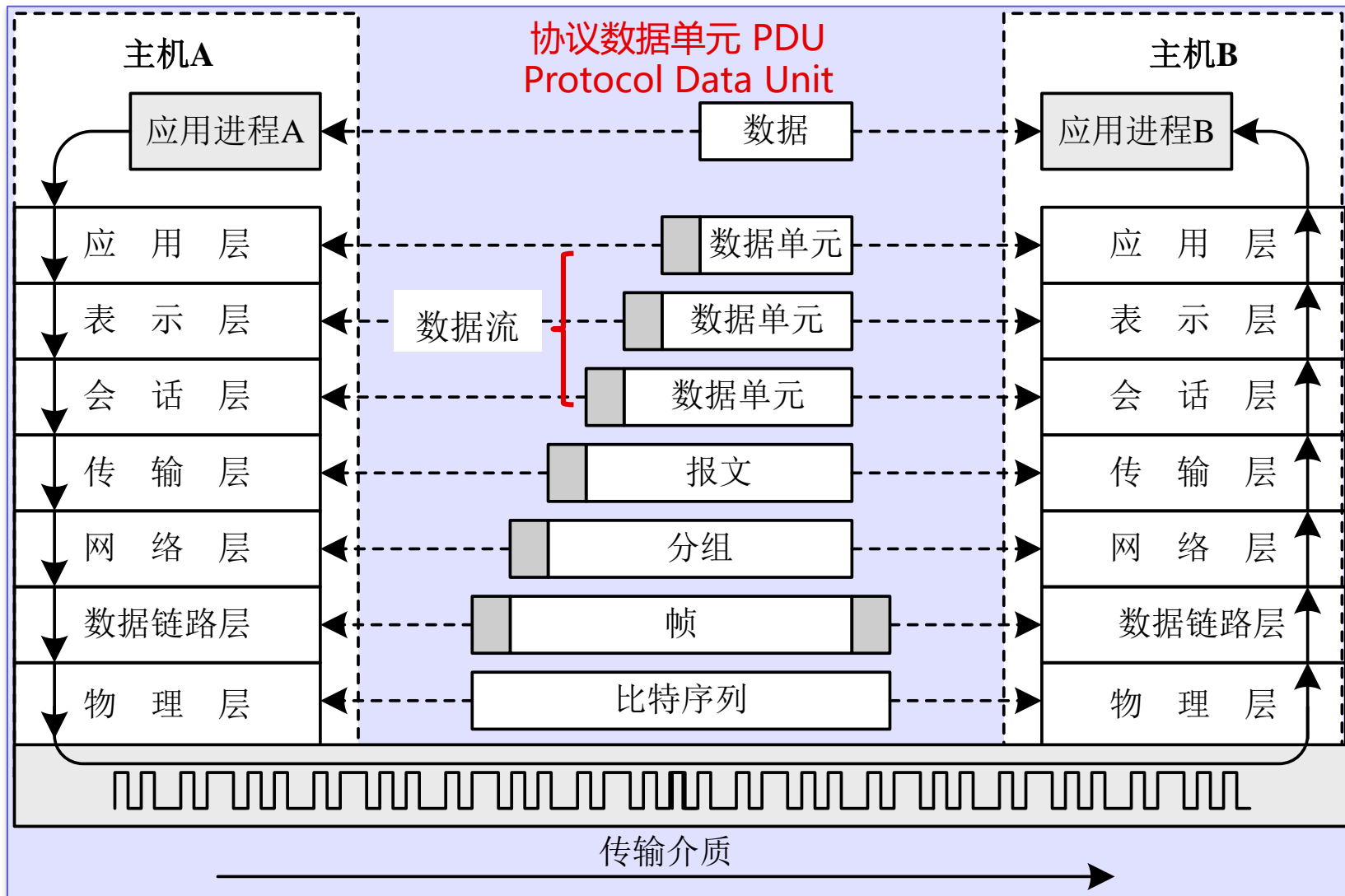
- 处理通信链路上的透明的比特流传输



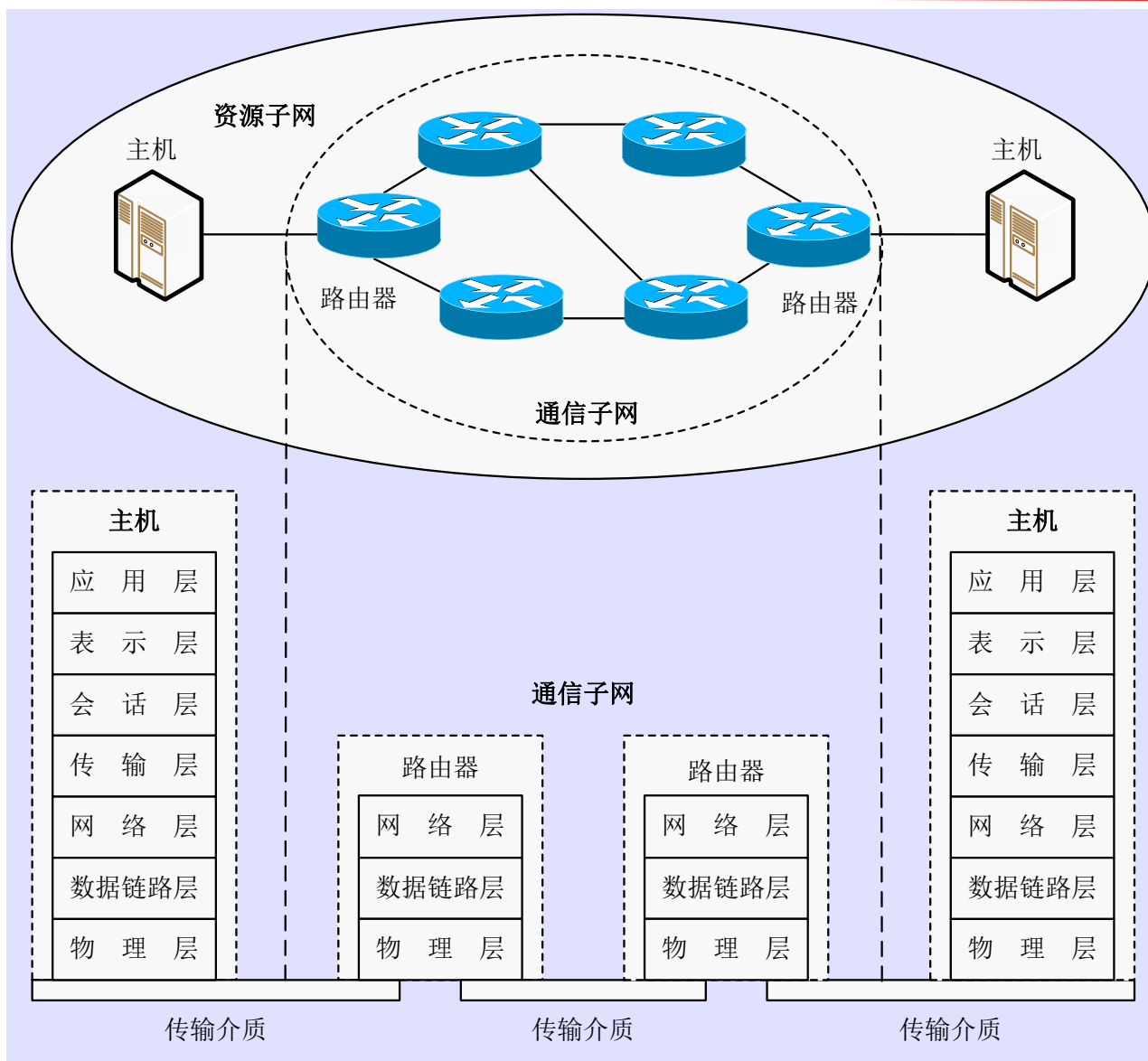
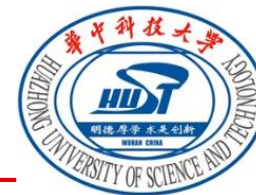
OSI环境中的数据传输



七层模型-数据封装

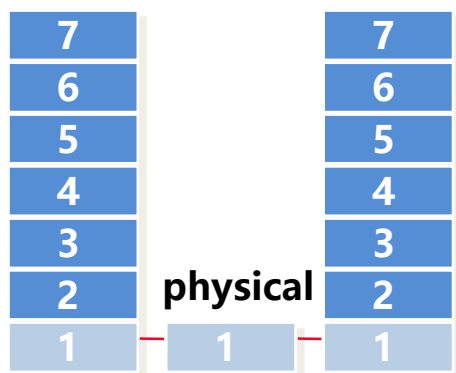


七层模型

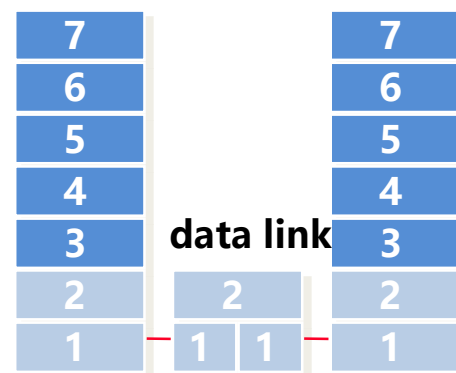


OSI模型的应用

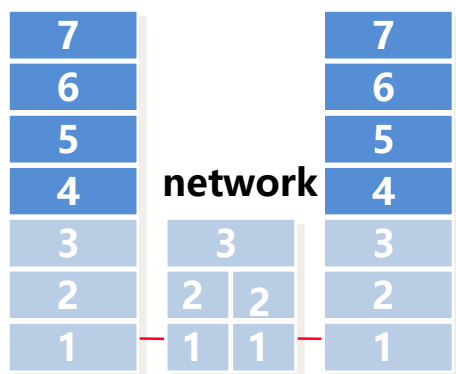
描述不同网络设备的功能



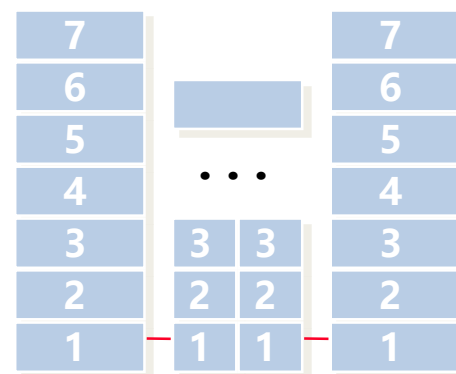
物理层的中继器(repeater)



数据链路层的交换机(switch)



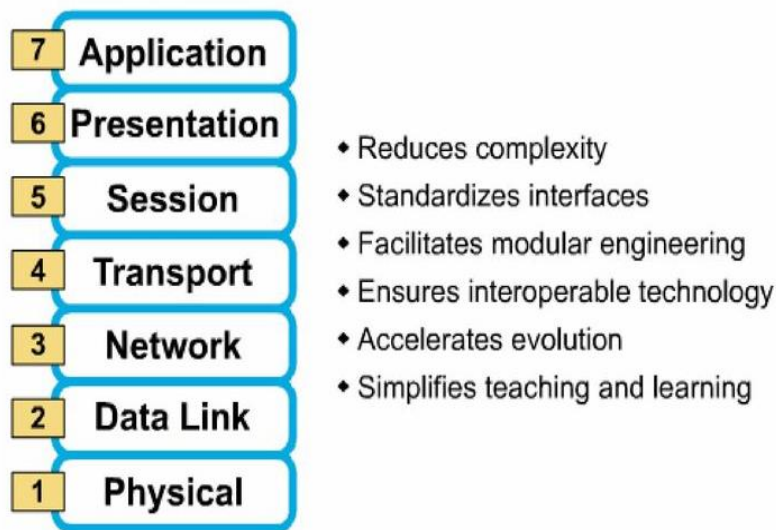
网络层的路由器(router)



其它高层的网关(gateway)

OSI参考模型-小结

- ISO/OSI是**网络互联的参考概念模型**，是较为理想化的计算机网络架构模型，缺乏互联实例支撑。
- ISO原计划在后续逐步推出各层的标准化协议，但是这个进程很快被TCP/IP协议族打断，而后者成为事实的工业标准。
- 目前ISO/OSI参考模型主要用于计算机网络的原理教学.....



All People Seem To Need Data Processing

辅助记忆ISO/OSI各层名称的英文速记词

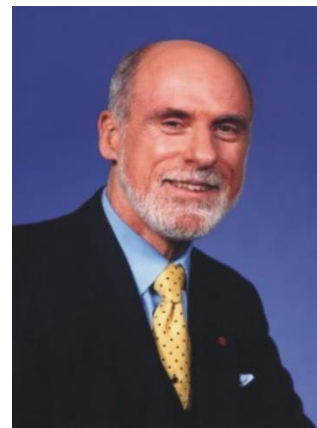
□ 问题：如何构建一个计算机网络

- 系统方法的思想
- 网络体系结构的基本概念
- OSI参考模型
- TCP/IP参考模型
- OSI与TCP/IP参考模型的比较

Internet 体系结构

□ Internet

- 全球范围, 通用的, 支持异构技术, 公众的, 支持各种不同应用的计算机网络
- 由 ARPANET 演变形成
- 由研究团体开发
- 标准: IETF



Vinton Cerf



Robert Kahn

TCP/IP 协议的发明者

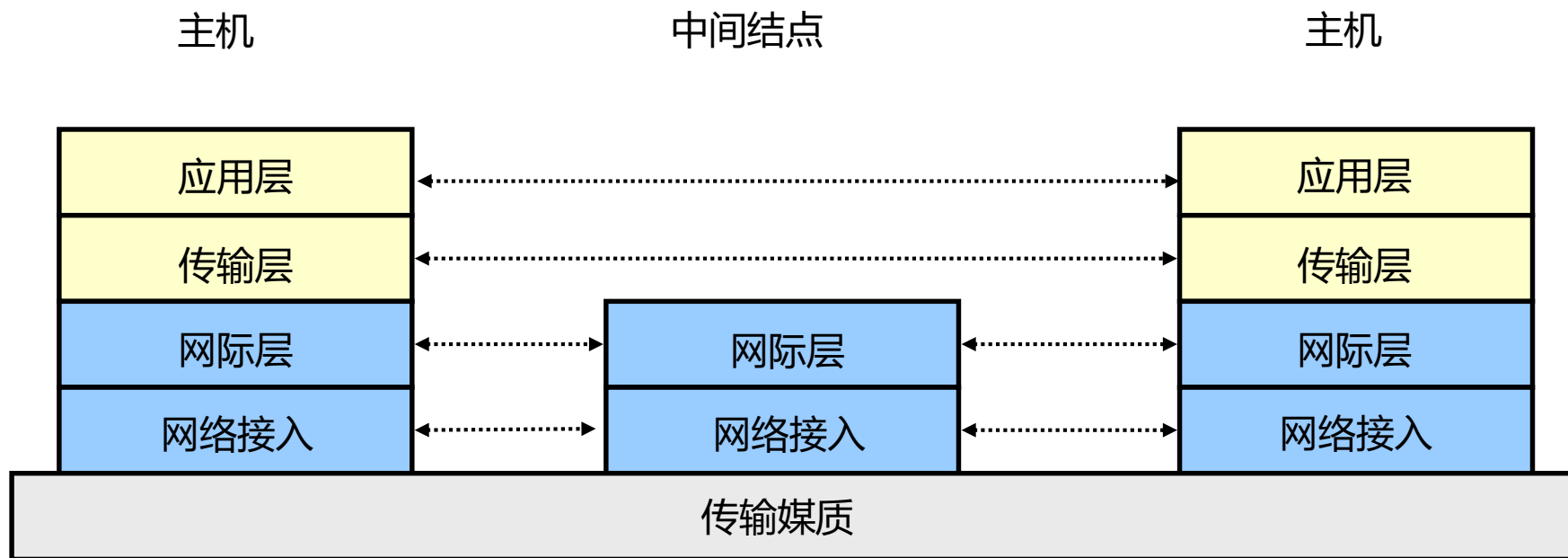
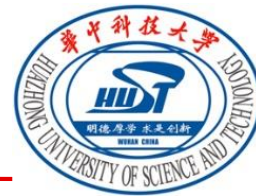
□ 因特网体系结构, 也称为 TCP/IP 架构

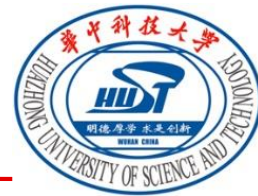
我们拒绝国王、总统和选举。我们信奉的是大体上的一致意见和可执行的代码。



D. D. Clark

四层模型





各层功能定义

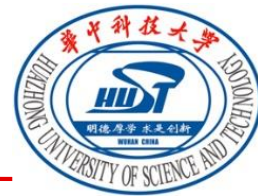
□ 网络接入层

- 该层无具体的实现规范
- 可以是各种类型的底层网络

□ 网际层

- 主机到主机的分组交换
- 唯一的IP协议
- 支持多种网络技术互联成为一个逻辑网络

□ IP over everything / Everything over IP



各层功能定义

□ 传输层

- 进程之间的报文传输
- 两个主要协议
 - TCP (传输控制协议) : 可靠的字节流信道
 - UDP (用户数据报协议) : 不可靠的数据报传送信道

□ 应用层

- 包括各种不同的应用协议
- 例如: HTTP, FTP, Telnet

Internet体系结构的特点

□ 沙漏形状: 顶部和底部宽, 中间窄

- IP协议是中部粘合焦点

□ 复杂主机, 简单结点

- 演变: 复杂边缘, 简单核心

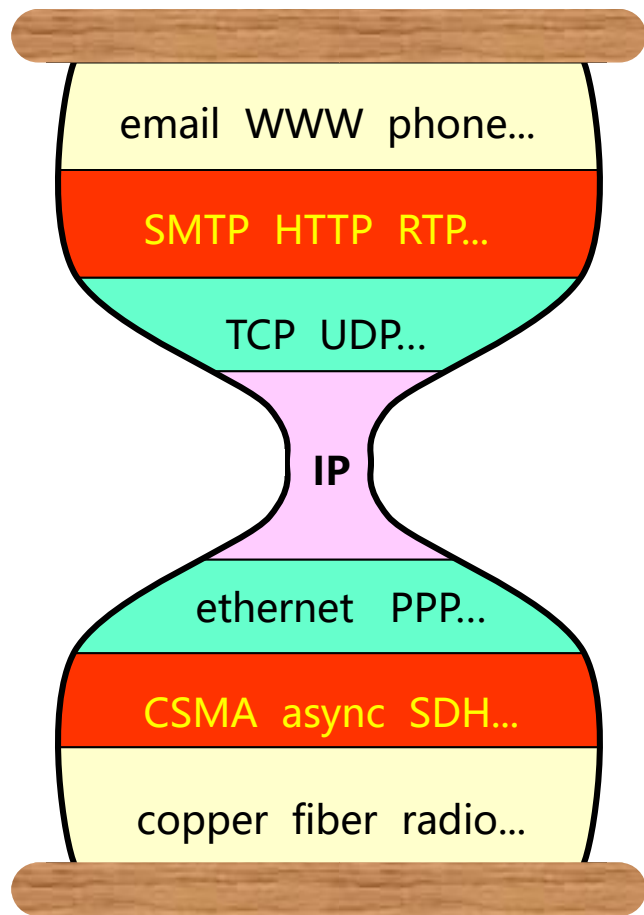
□ 未严格的划分层次

- 应用可以跨过定义的传输层直接使用IP或一个底层网络
- 不存在实际的参考模型

□ 强调协议的实现

- 依网络服务所需的各项功能为主线来刻画功能之间的关系

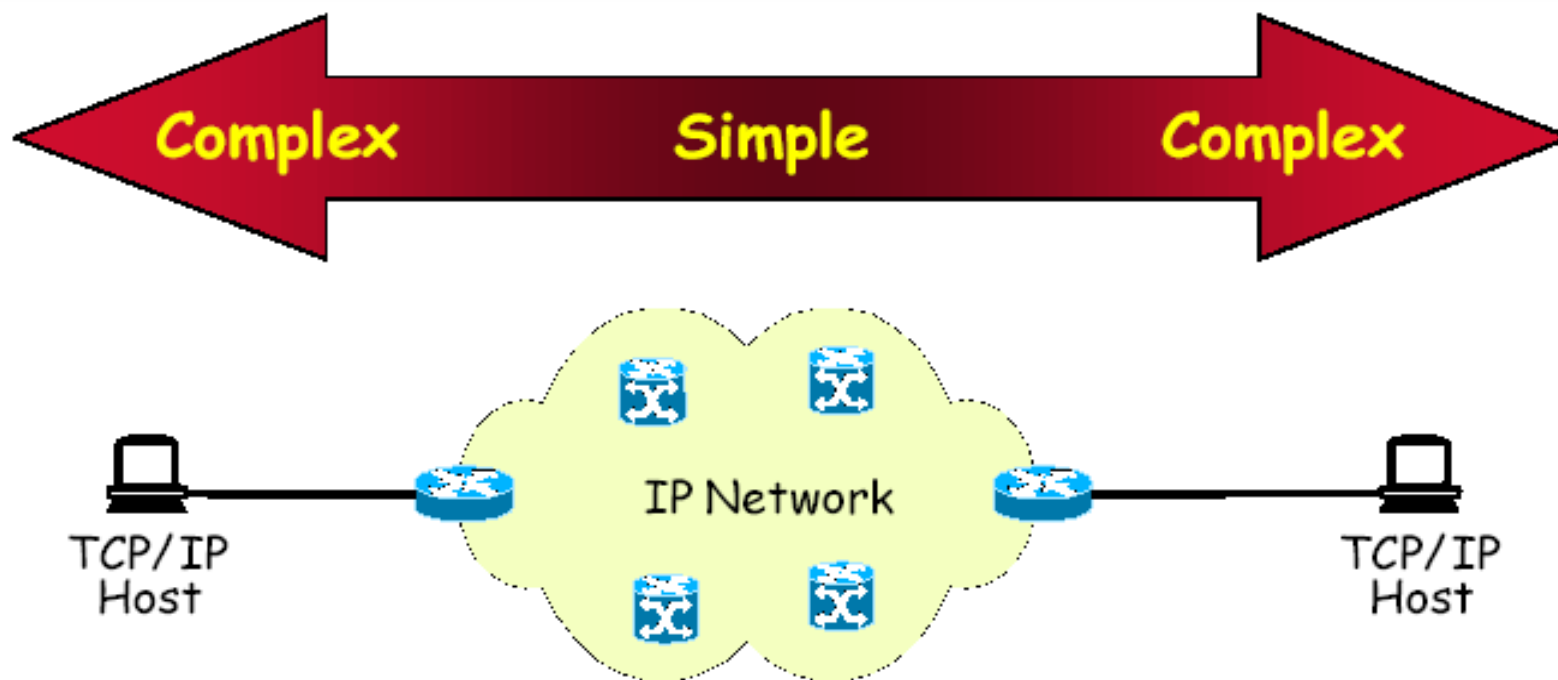
Internet 设计原则 (I)



- IP协议是该协议族的核心，代表最小的适用于网络互联的通用功能集，便于实现异构网络的互联
- **Everything over IP**: IP层之上可以有多个传输协议，每个协议为应用层提供不同的服务
- **IP over Everything**: IP层之下允许通过不同的网络技术使用不同类型的链路

沙漏设计原则

Internet 设计原则 (II)



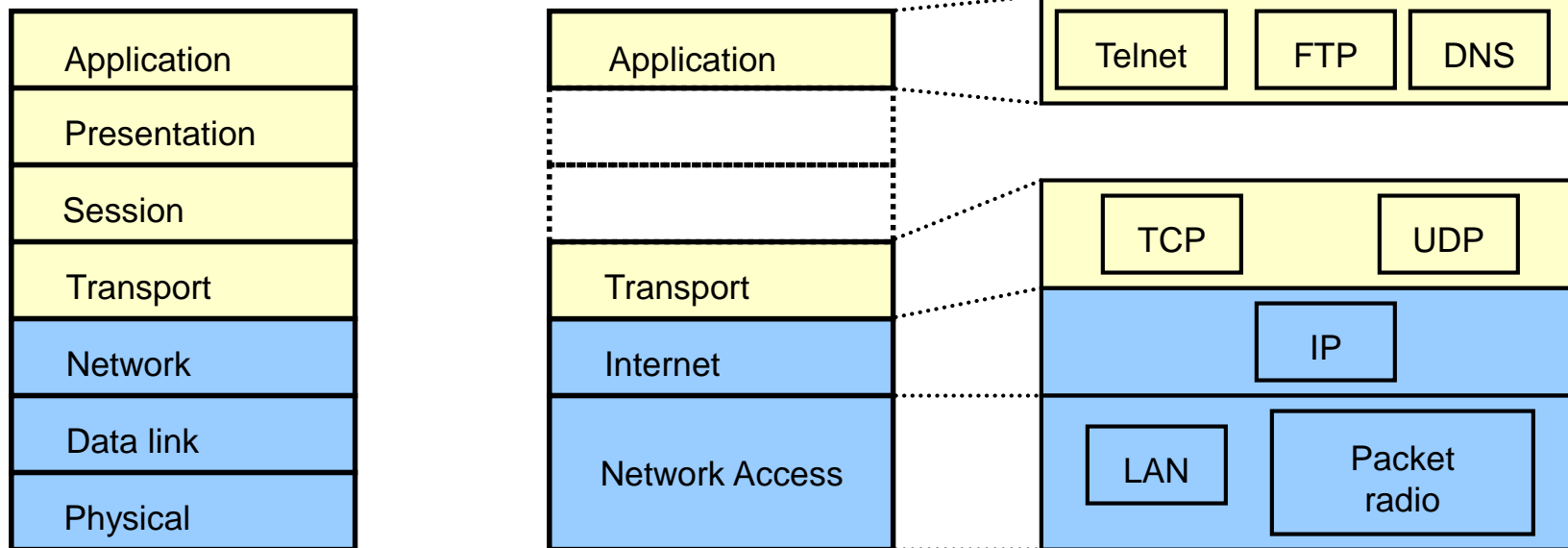
“Simple Core and Complex Host” Philosophy

复杂主机, 简单结点。演变: 复杂边缘, 简单核心。

□ 问题：如何构建一个计算机网络

- 系统方法的思想
- 网络体系结构的基本概念
- OSI参考模型
- TCP/IP参考模型
- OSI与TCP/IP参考模型的比较

OSI vs. TCP/IP 体系结构



未实现的参考模型

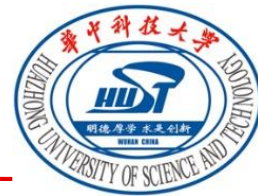
ISO/ITU: 首先定义然后实现

技术: 层次划分存在不合理性, 例如重复的流量控制, 错误校验

事实标准

Internet 团体: 随意实现

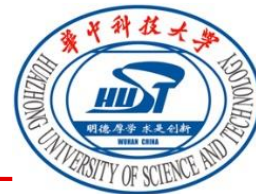
技术: IP为核心, 可行的, 灵活的, 可扩展的校验



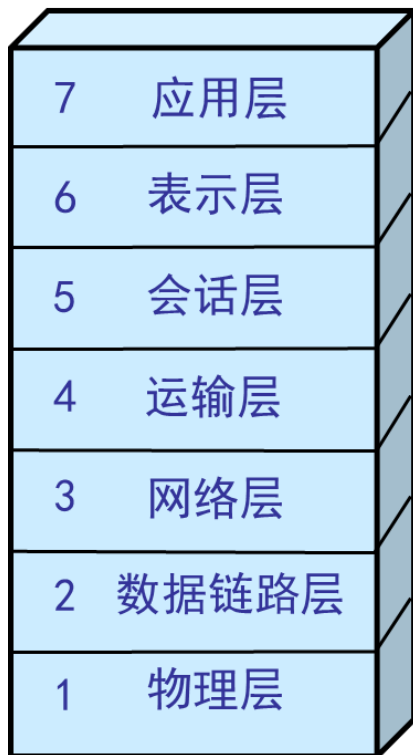
OSI vs. TCP/IP 体系结构

	OSI模型	TCP/IP参考模型
设计目标	理想化的计算机网络标准	为ARPANET服务的可实用的协议族
组织机构	国际标准化组织(国家/企业)	Internet协会(专业人员/专家)
层次划分	严格分为七层，较为冗余； 会话层和表示层缺乏实例	对协议族没有严格的分层； 对于物理层和数据链路层没有区分
网络互联	未对网络层进行特殊考虑	以IP协议为核心作为网际层； 以沙漏式的协议族实现最广泛的互联
服务规约	严格定义了服务、协议等	在服务、接口、协议等方面没有严格定义
推广结果	结构复杂，运行效率低，缺乏 市场和商业的推动力	每个提出的协议必须有实现，易于推广， 目前已经是事实的互联网标准

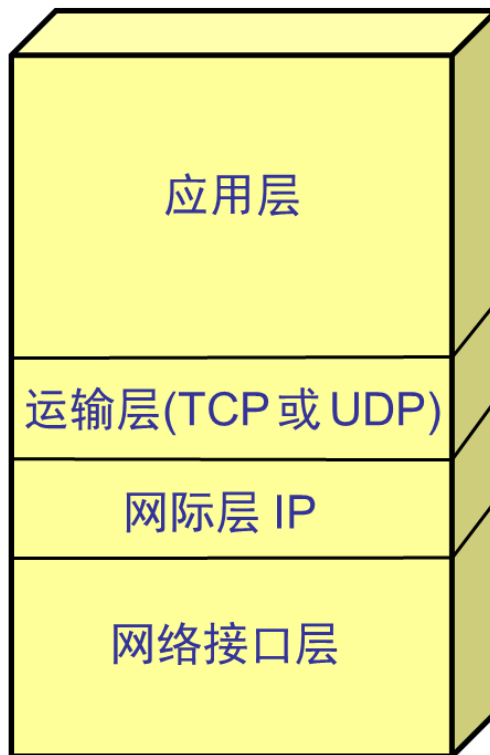
五层模型



OSI 的体系结构



TCP/IP 的体系结构

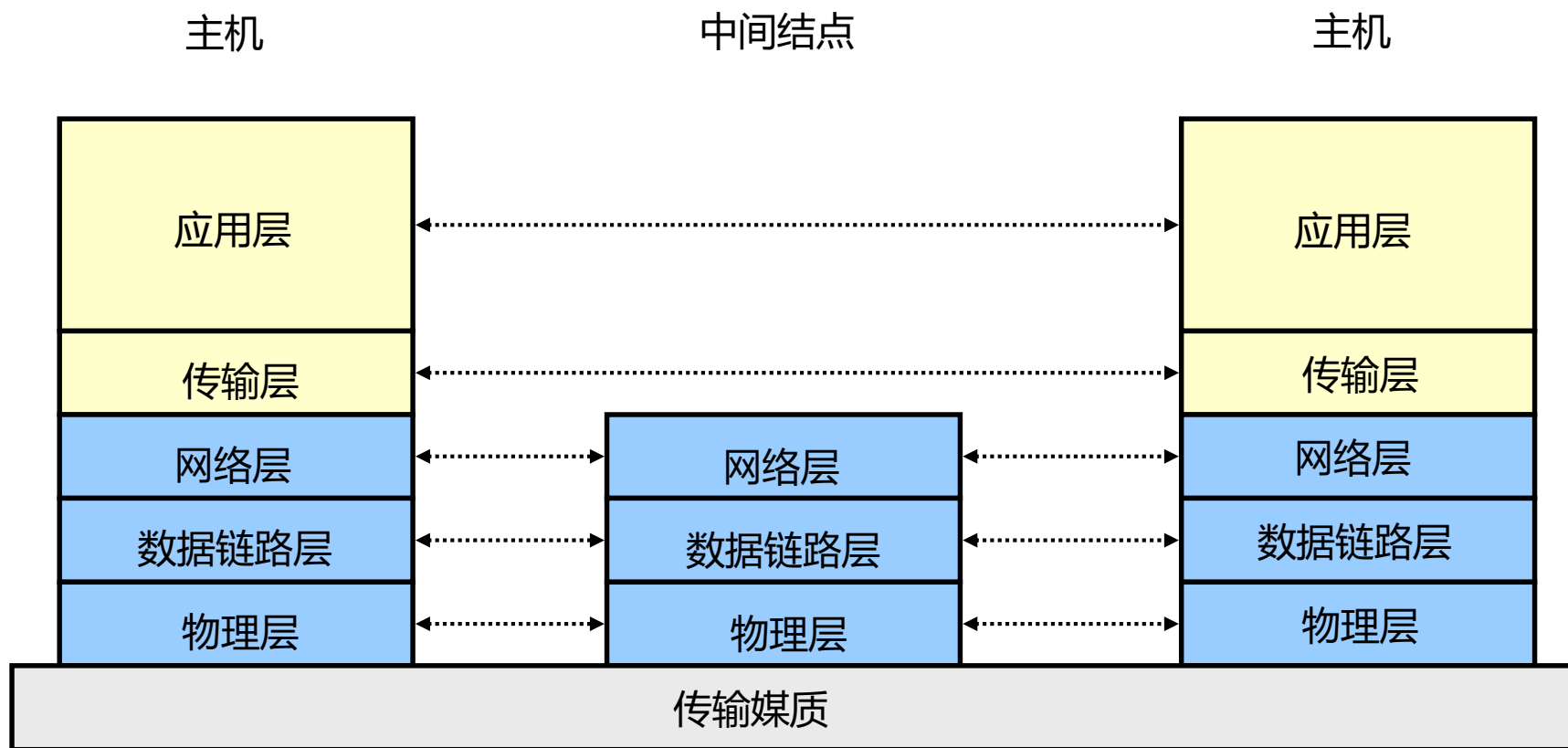
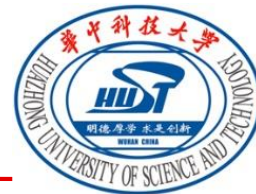


五层体系结构



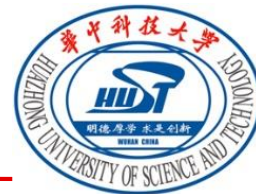
七层模型的上三层中的会话层和表示层在实际中应用较少，Internet 模型的网络接口层无具体内容，因此网络研究和网络工程中常用上述的五层模型。

五层模型

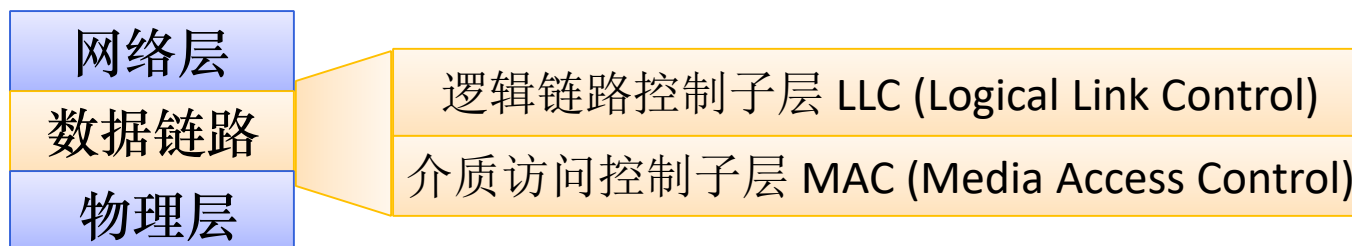


七层模型的上三层中的会话层和表示层在实际中应用较少，Internet模型的网络接口层无具体内容，因此网络研究和网络工程中常用上述的五层模型。

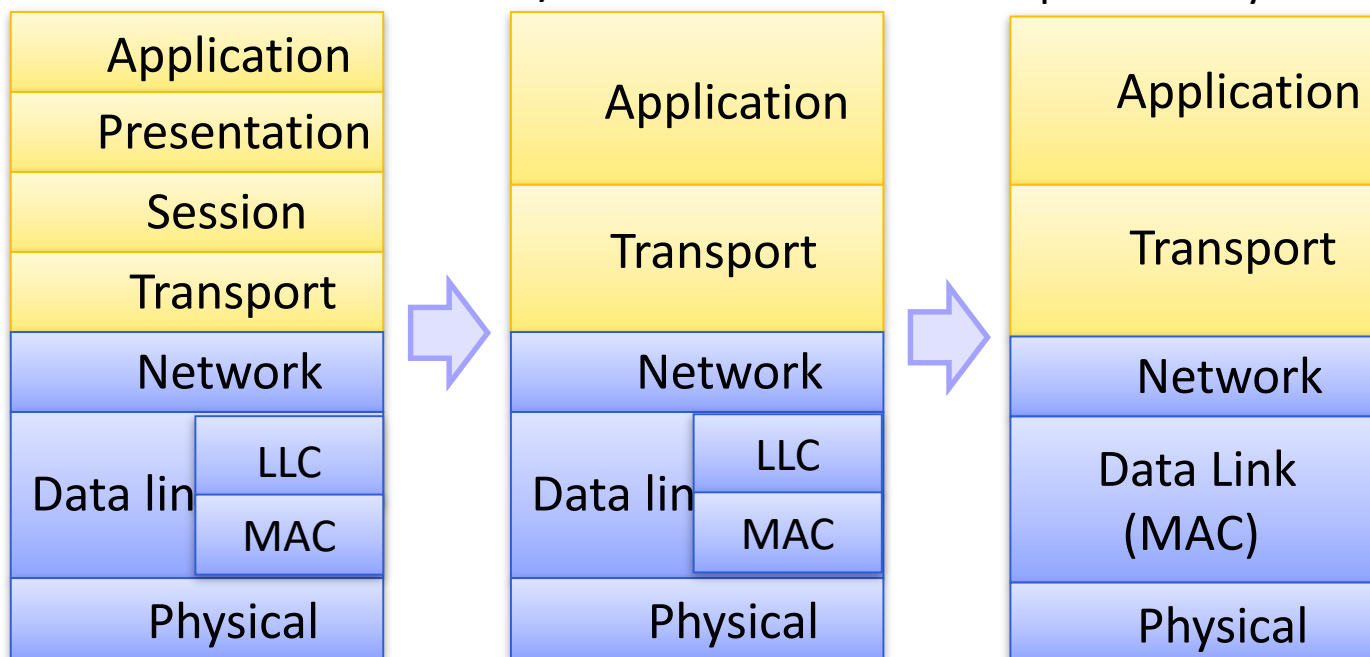
补充说明



- IEEE 802工作组将数据链路层功能划分为两个子层，用以屏蔽不同局域网技术对上层的差异，此划分于1998年被ISO采纳为国际标准。



OSI Reference Model 5-layer Reference Model Simplified 5-layer Model



扩展阅读



□ The TCP/IP Guide

➤ <http://www.tcpipguide.com/index.htm>

NEW Read The Guide Online FREE! NEW

Home

Pricing

Order Download

FAQ

Testimonials

Contact Us

News Archive

Features

Content Overview

Full Table of Contents

Samples

Version History

Errata

Site design by Junefire DTP
[View my photos online!](#)

The TCP/IP Guide

A TCP/IP Reference You Can Understand!

Overview

The TCP/IP Guide is a reference resource on the TCP/IP protocol suite that was designed to be not only comprehensive, but comprehensible. Organized using a logical, hierarchical structure, The TCP/IP Guide uses a personal, easy-going writing style that lets anyone understand the technologies that run the Internet. The Guide explains dozens of protocols and technologies in over 1,500 pages. It includes full coverage of PPP, ARP, IP, IPv6, IP NAT, IPSec, Mobile IP, ICMP, RIP, BGP, TCP, UDP, DNS, DHCP, SNMP, FTP, SMTP, NNTP, HTTP, Telnet and much more.

The result of over three years' work by the author of the widely acclaimed electronic resource [The PC Guide](#), The TCP/IP Guide breaks new ground in technical education, combining understandable text with numerous examples, over 300 full-color illustrations, and numerous ease-of-use features. It is distributed in electronic (PDF) form, resulting in numerous benefits: up-to-date content, lower cost, immediate availability, thousands of hyperlinks between related topics, and instant text search. The TCP Guide is ideal for anyone who wants to *really* understand how TCP/IP works, including educators, students, networking professionals, and those working towards certifications.

The full TCP/IP Guide is over 1,600 pages long and is [available to license](#) for a low fee, with discounts for multiple orders. The material is also [available online, absolutely free](#). And now, it is also [available as a print book](#)!

News

September 23, 2017:

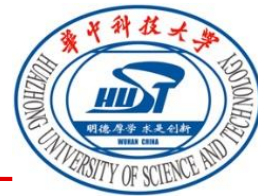
- **Hello:** Wow, it has been a while since I updated this! And I know that the material has also gotten rather old at this point. I've had a lot of people ask me about updating The TCP/IP Guide, and this is something I've been wanting to do for years. Unfortunately, for a variety of reasons, it is unlikely that this will happen.

There are a number of reasons for this, some having to do with my personal life and the needs of my family, and some having to do with the marketplace and how people prefer to find and consume information these days. (Hint: It's not in 1,600 page print books.) This isn't ideal for anyone, but unfortunately I have no choice, as it simply isn't practical for me to undertake this sort of project at this stage of my life and career. I hope you all understand, and continue to find the existing material useful going forward. (In truth, while a lot has changed, many of the fundamentals are actually pretty similar to how they were 15 years ago.)

- **End of Direct Book Sales:** In a related move, I am discontinuing direct sales of the hardcover book. Orders of the book sent to me directly have dwindled, and each one required me to pack and ship the book individually, a time commitment better spent in other areas. I continue to sell the [download edition](#), and of course the book can still be purchases at places like [Amazon](#).
- **General Site Updates:** I've updated several pages on this website to reflect the end of book sales and to modernize some of the text (like removing references to 56k modems!)

December 31, 2012:

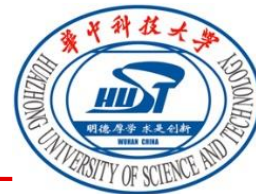
- **Happy New Year and Changes to TCP/IP Electronic and Book Sales:** I have made some significant modifications to the front end of the website (the part you're reading now, that is, not the content) to reflect changes in how I am selling The TCP/IP Guide going forward. Specifically:
 - I am no longer selling The TCP/IP Guide in CD form. This option was never very popular, and has become even less so as high-speed Internet access has become universal. Having the various CD options was confusing, and to top it off, I've also run out of the pressed CDs I ordered years ago, so I've just eliminated this option.



考纲要求

- ❑ 理解：设计计算机网络的技术需求
- ❑ 掌握：层次化网络体系结构的原理
- ❑ 理解：网络体系结构中的实体、协议、服务、接口等概念
- ❑ 理解：报文的封装、层次间的多路复用与多路分解等概念
- ❑ 掌握：七层OSI/RM开放系统互联参考模型
- ❑ 掌握：TCP/IP的四层体系结构
- ❑ 理解：OSI和TCP/IP两种架构的差异

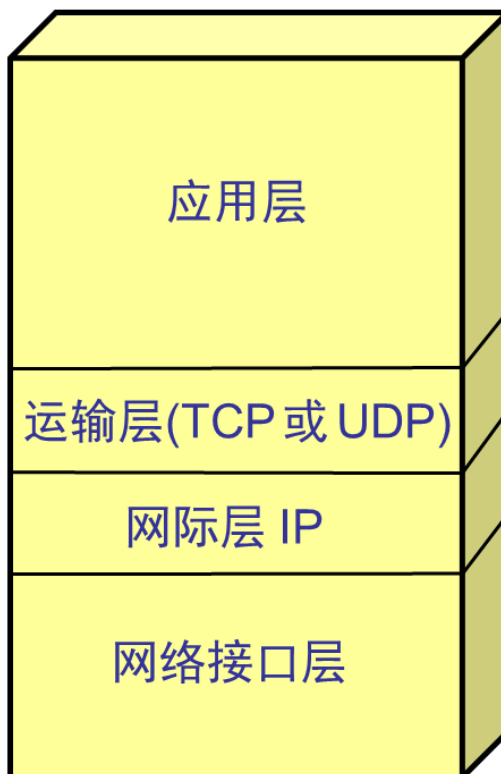
要点回顾



OSI 的体系结构



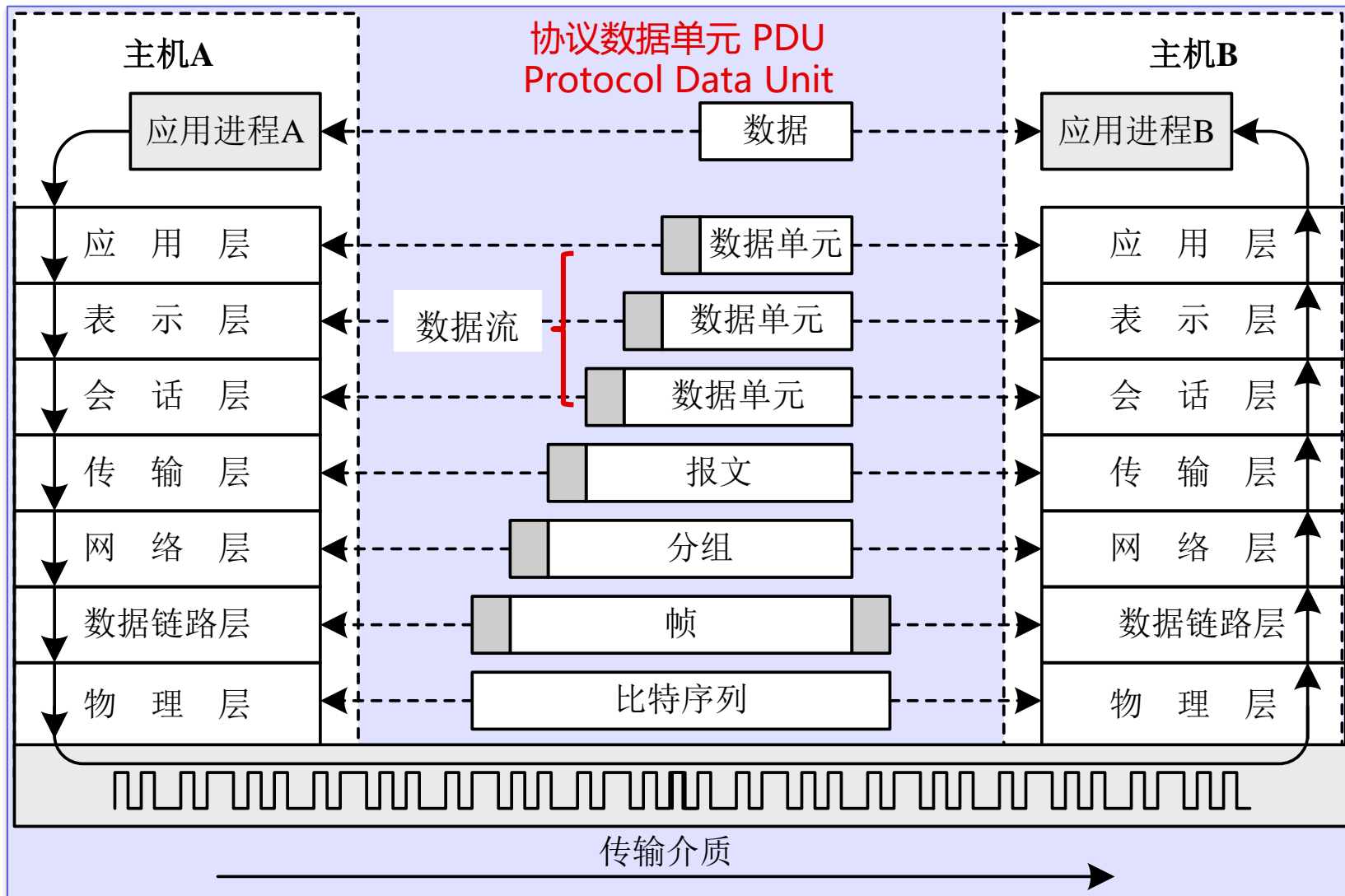
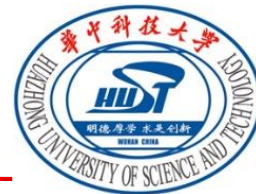
TCP/IP 的体系结构



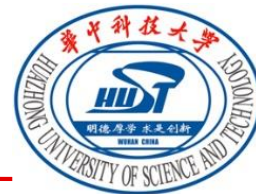
五层体系结构



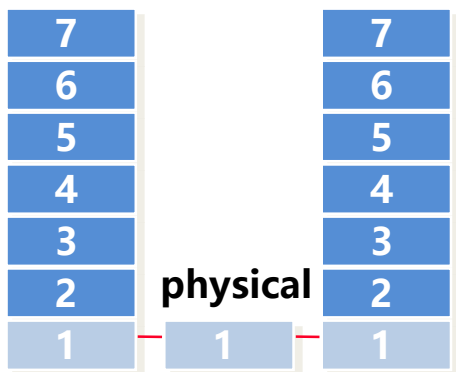
要点回顾



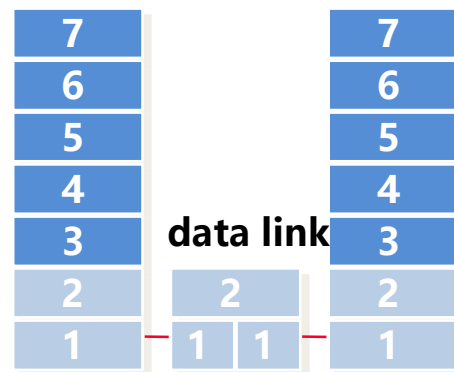
要点回顾



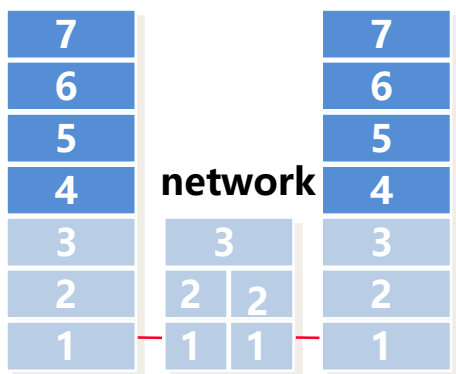
描述不同网络设备的功能



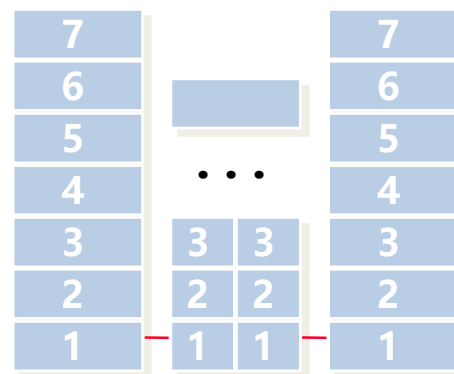
物理层的中继器(repeater)



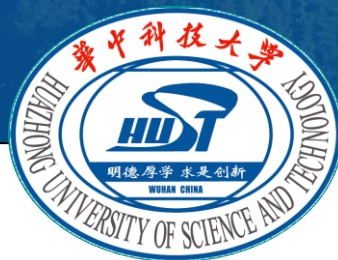
数据链路层的交换机(switch)



网络层的路由器(router)



其它高层的网关(gateway)



THANKS
谢谢聆听

Email: chenwang@hust.edu.cn
Website: <http://www.chenwang.net.cn>