

第一章 概述

刘 轶

北京航空航天大学 计算机学院

1.1 计算机网络定义与分类

1.1 计算机网络定义与分类

一、计算机网络的定义

- 计算机网络(**Computer network**)的简单定义

计算机网络是一些互相连接的、自治的计算机的集合

A collection of autonomous computers interconnected by a single technology

- 网络的功能

- 连通性
- 资源共享

- 计算机网络与分布式系统(**distributed system**)

- 在分布式系统中，一组独立的计算机展现给用户的是一个统一的整体，就好像是一个系统似的
- 计算机网络则没有这种统一性
- 分布式系统建立在网络之上

1.1 计算机网络定义与分类

二、计算机网络分类

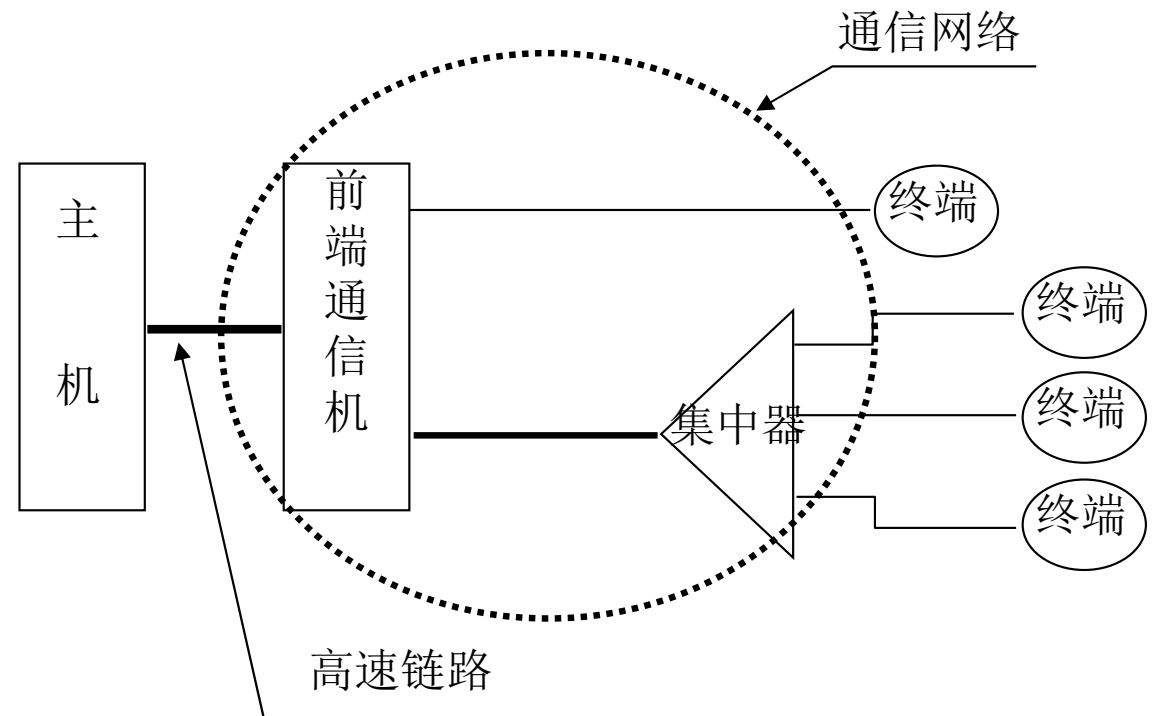
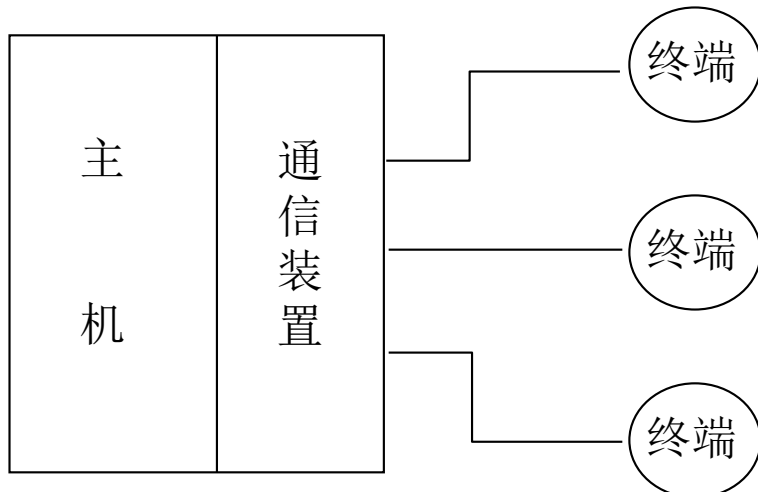
- 按作用范围(或覆盖范围)分类
 - 广域网 **WAN** (Wide Area Network)
 - 作用范围几十到几千公里
 - 局域网 **LAN** (Local Area Network)
 - 通常局限在一个建筑物或一个单位内
 - 城域网 **MAN** (Metropolitan Area Network)
 - 作用范围通常是一个城市
 - 常采用局域网技术建立
 - 个人区域网 **PAN** (Personal Area Network)
 - 在个人工作区域实现各种电子设备互连的网络，常用无线技术，因此又称为 **WPAN**(Wireless PAN)，作用范围大约在10m左右
- 从网络的使用者进行分类
 - 公用网 (public network)
 - 专用网 (private network)

1.2 计算机网络与Internet发展概述

1.2 计算机网络与Internet发展

一、计算机网络发展的几个阶段(1/3)

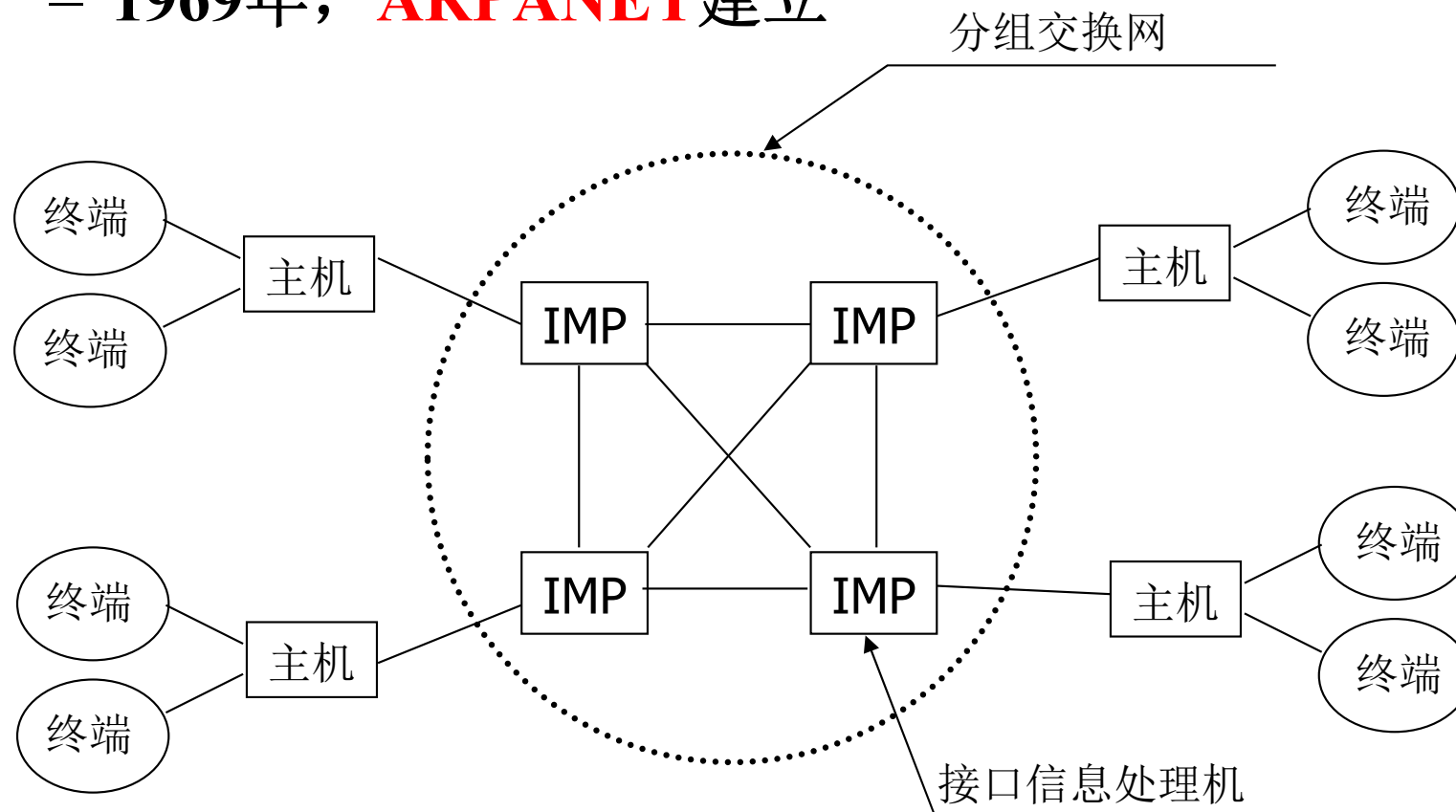
- 主机-终端时代(20世纪50—60年代)
 - 计算机以大型主机形式存在
 - 终端通过专用线路或通信网络连接 to 主机上，实现多用户远程共享主机计算资源



1.2 计算机网络与Internet发展概述

一、计算机网络发展的几个阶段(2/3)

- 主机互连时代(20世纪60--70年代)
 - 分布在各地的大型主机通过通信网络实现互连
 - 1969年, **ARPANET**建立



- 资源子网
- 通信子网

1.2 计算机网络与Internet发展概述

一、计算机网络发展的几个阶段(3/3)

- 网络时代(20世纪70年代之后)
 - 1978年, TCP/IP协议诞生
 - 1983年, ARPANET采用TCP/IP协议
 - 加州大学伯克利分校推出内含TCP/IP的BSD UNIX
 - 80年代起, 以IBM PC为代表的微机大量普及, 微机之间的互连需求推动了局域网技术的发展
 - 随后局域网间互连需求又推动了Internet的快速发展
 - 网络的发展以通信技术为基础, 反过来又带动通信技术的发展, 例如: 光纤通信使得宽带网络互连成为可能, 网络带来的数据传输需求又带动光纤通信的传输速率不断提高

1.2 计算机网络与Internet发展概述

二、Internet发展概述

- 第一阶段：ARPANET→网际互联发展
 - 1969年，ARPANET由美国国防部高级研究计划局(ARPA—Advanced Research Project Agency)建立，冷战产物
 - 1983年，ARPANET采用TCP/IP协议，使得所有遵从TCP/IP的计算机可以通过该网络互连
- 第二阶段：建成三级结构的Internet
 - 1985年，美国国家自然科学基金会NSF(National Science Foundation)以6个大型计算机中心为基础建立NSFNET
 - 网络分为主干网、地区网和校园网(或企业网)
 - NSFNET覆盖了美国主要大学和研究机构，主要服务于科研教学
- 第三阶段：形成多层次ISP结构的Internet
 - 1993年起，多个商用Internet主干网逐渐替代了NSFNET
 - IP地址、域名管理等均交由专门企业运营
 - 商业化极大地推动了Internet的发展，进而形成了目前的Internet格局

注意：**Internet**特指现在的互联网(又称为因特网)，**internet**指多个网络互连形成的网络

1.3 计算机网络的性能

- 如何评价一个网络或者一项网络技术？
 - 性能指标
 - 非性能指标

1.3 计算机网络的性能

一、性能指标(1/3)

- 速率

- 传送数据的速率，即数据速率(data rate)或比特率(bit rate)
- 单位：b/s，也写为bps (bit per second)，kb/s、Mb/s、Gb/s、...

- 带宽(bandwidth)

- 有两种含义
 - 原本指某个信号具有的频带宽度，如电话线上信号带宽为3.1kHz(300—3.4kHz)；通信线路允许通过的信号频带范围称为线路带宽
 - 计算机网络中，指通信线路传送数据的能力，即最高数据率

- 吞吐量(throughput)

- 单位时间内通过网络的数据量
- 常用做实际网络的测量指标

1.3 计算机网络的性能

一、性能指标(2/3)

- 时延(delay, latency)

- 指数据从网络(或链路)一端传送到另一端所需的时间，又称为延迟
- 网络时延由多个部分组成
 - 发送时延
 - 传播时延
 - 处理时延
 - 排队时延

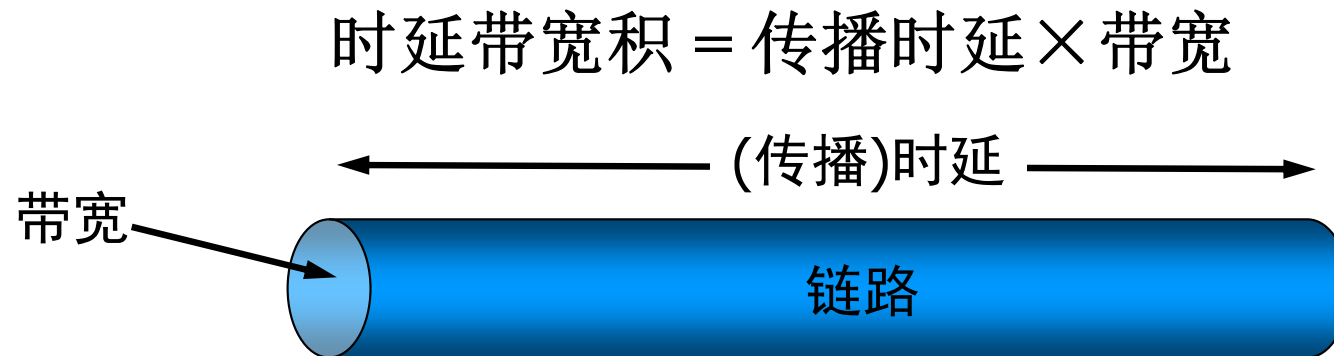
$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据块长度 (b)}}{\text{发送速率 (b/s)}}$$

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度 (m)}}{\text{电磁波在信道上的传播速率 (m/s)}}$$

1.3 计算机网络的性能

一、性能指标(3/3)

• 时延带宽积



– 又称为以比特为单位的链路长度

• 往返时间(RTT—Round-Trip Time)

– 又称为环路时延、回路时延

– 从发送方发送数据开始，到发送方收到来自接收方的应答所经历的时间

• 利用率

– 包括信道利用率和网络利用率

– 信道利用率指出某信道有百分之几的时间是被利用的(有数据通过)

– 网络利用率则是全网络的信道利用率的加权平均值

1.3 计算机网络的性能

二、非性能指标

- 费用
- 质量
- 标准化
- 可靠性
- 可扩展性和可升级性
- 易于管理和维护

1.4 计算机网络体系结构

1.4 计算机网络体系结构

一、网络体系结构概述

- 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

OSI体系结构



1.4 计算机网络体系结构

一、网络体系结构概述

- 分层原因：实现信息在网络中传输非常复杂，分层是将复杂问题简单化、局部化的有效方法
 - 传输介质：有线(铜线、光纤)、无线
 - 连接到网络中的计算机软硬件平台各不相同
 - 通信双方距离可长可短(可能需经过多条链路)
 - 需保证信息传输的可靠性、顺序性
 - 需满足各种应用的需要：文件传输、电子邮件、实时多媒体、...
 - ...
- 典型的网络体系结构
 - 1974年，IBM SNA(System Network Architecture)
 - 1977年，ISO开始制订OSI(Open System Interconnection Reference Model)，1983年形成标准
 - TCP/IP

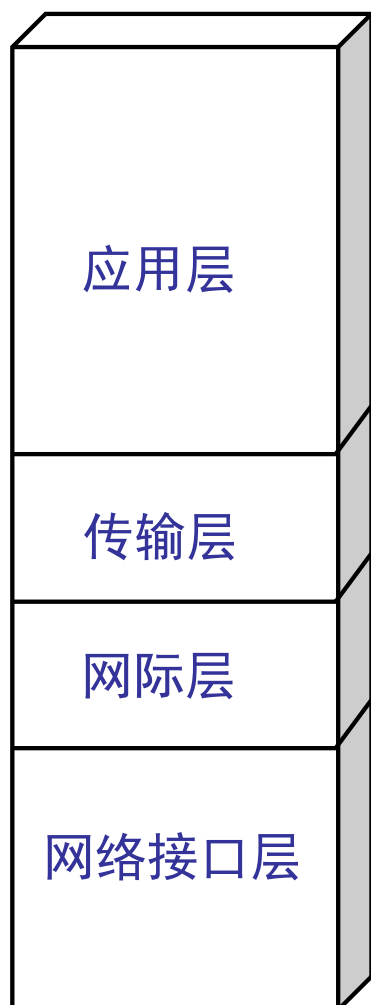
1.4 计算机网络体系结构

二、具有七层和五层协议的体系结构

OSI体系结构



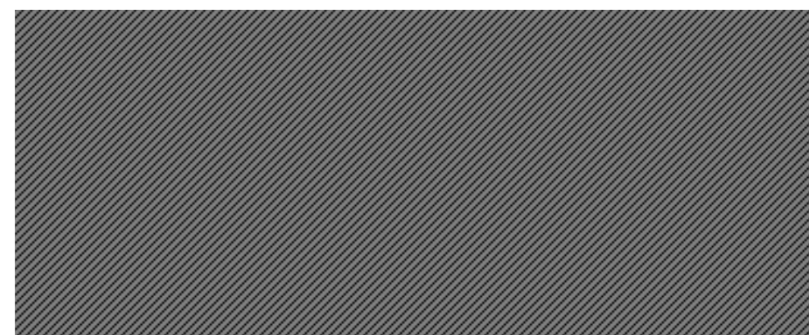
TCP/IP体系结构



五层体系结构

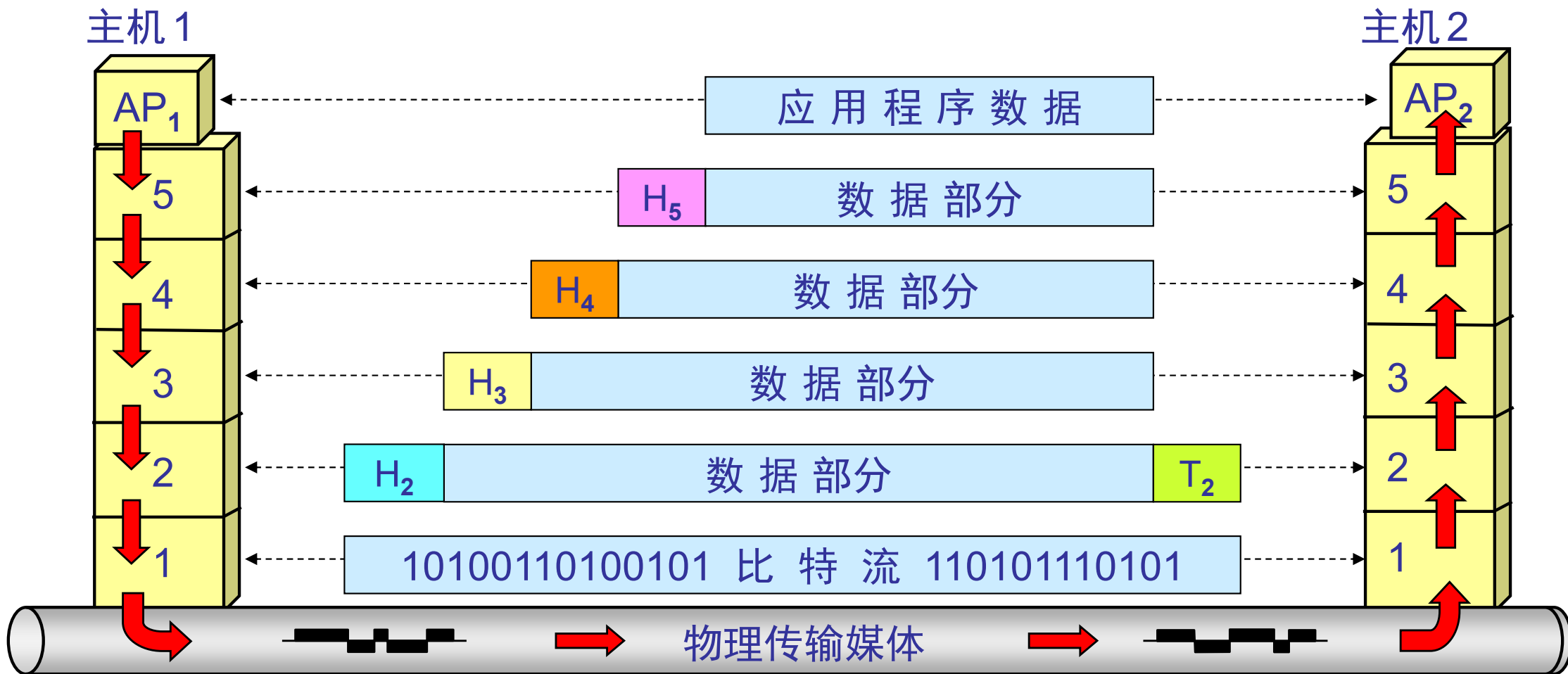


- (1) 物理层
(physical layer)
- (2) 数据链路层
(data link layer)
- (3) 网络层
(network layer)
- (4) 传输层
(transport layer)



- (7) 应用层
(application layer)

数据在各层之间的传递过程



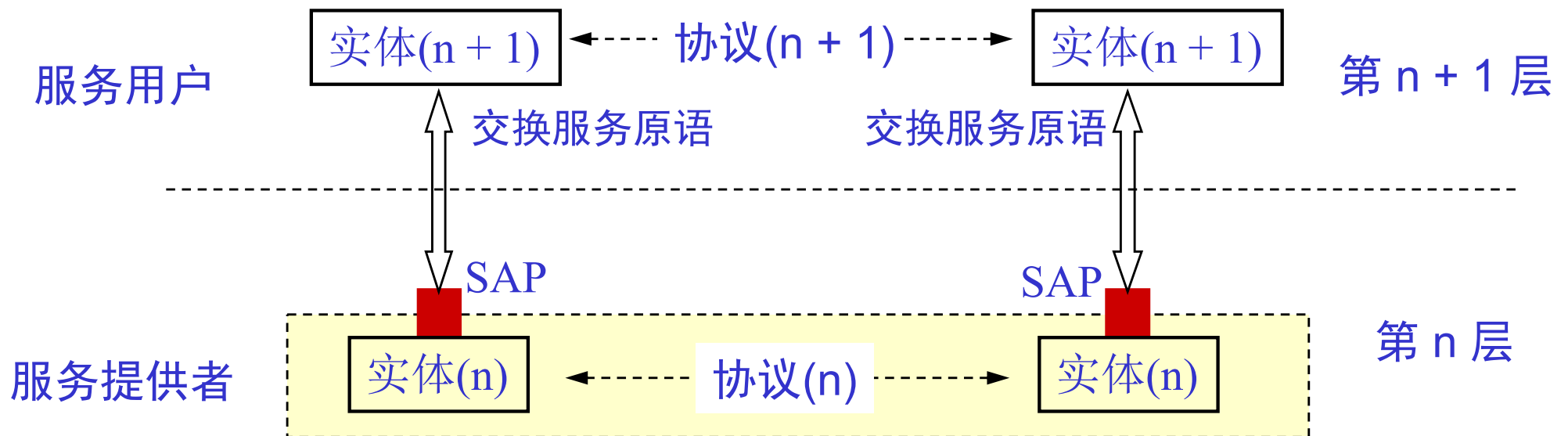
- 协议数据单元PDU(Protocol Data Unit): 对等层次之间传送的数据单位
- 有些文献将多个层次的协议称为协议栈(protocol stack)

1.4 计算机网络体系结构

三、实体、协议、服务和访问点

- 若干概念

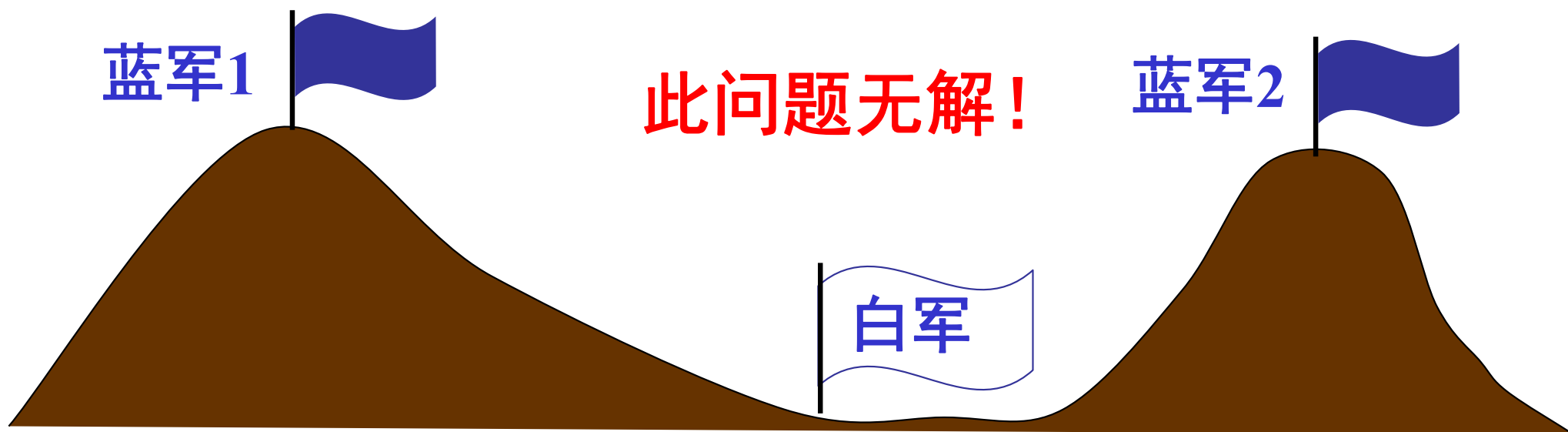
- **实体(entity)**: 任何可发送或接收信息的硬件或软件进程
- **协议(protocol)**: 控制两个对等实体进行通信的规则集合
- 在协议的控制下, 两个对等实体间的通信使得本层能够向上一层提供**服务(service)**; 要实现本层协议, 还需要使用下层所提供的服务
- 同一系统相邻两层的实体进行交互的地方, 称为**服务访问点 SAP (Service Access Point)**
- 协议对上层的服务用户是透明的, 服务用户只能看到下层提供的服务



1.4 计算机网络体系结构

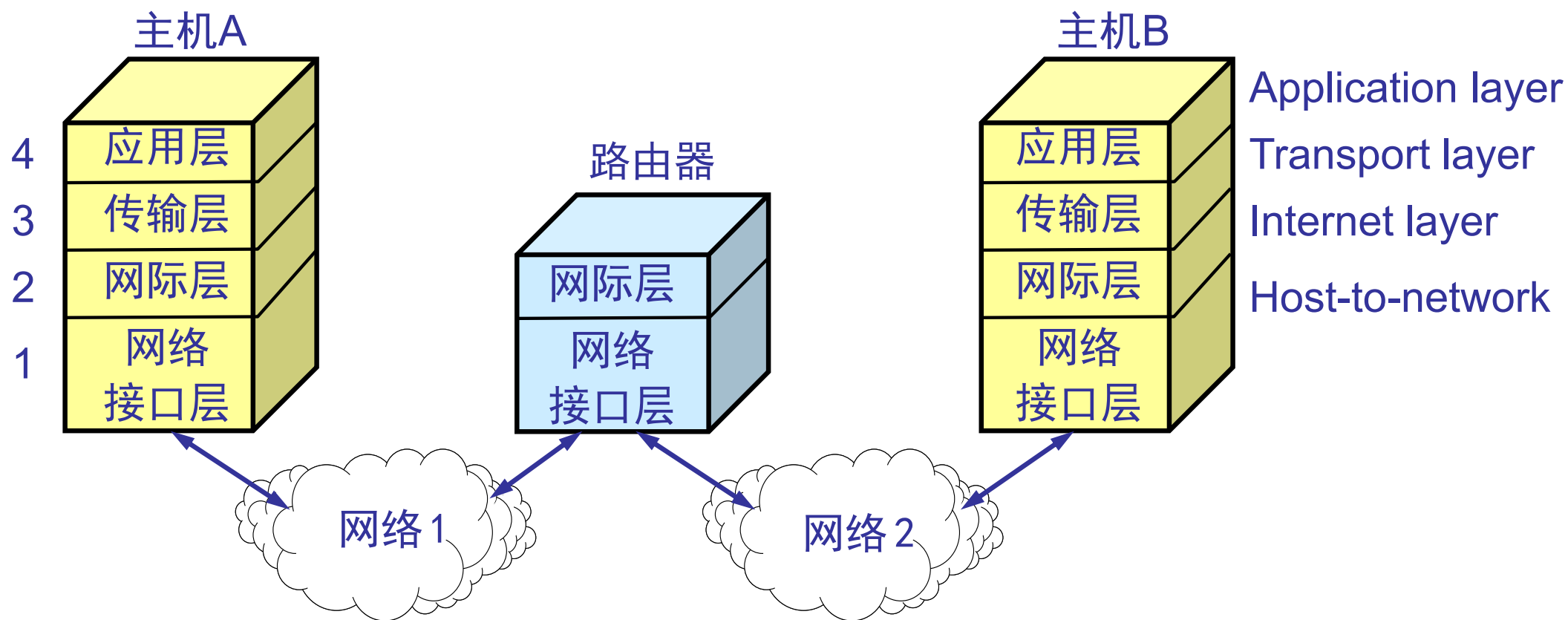
三、实体、协议、服务和访问点

- 协议的设计不但要考虑正常情况，还要考虑各种异常情况，较为复杂
- 网络协议的经典问题：两军问题(蓝白军问题)
 - 蓝军1和蓝军2占据山顶，白军占据山谷
 - 两支蓝军协同作战可战胜白军，单独攻击则会失败
 - 两支蓝军的信息需派人经过白军驻扎的山谷传递(信息可能丢失)
 - 蓝军1拟于次日正午发起攻击，需通知蓝军2
 - 如何保证协同攻击能够成功发起并且取胜？



1.4 计算机网络体系结构

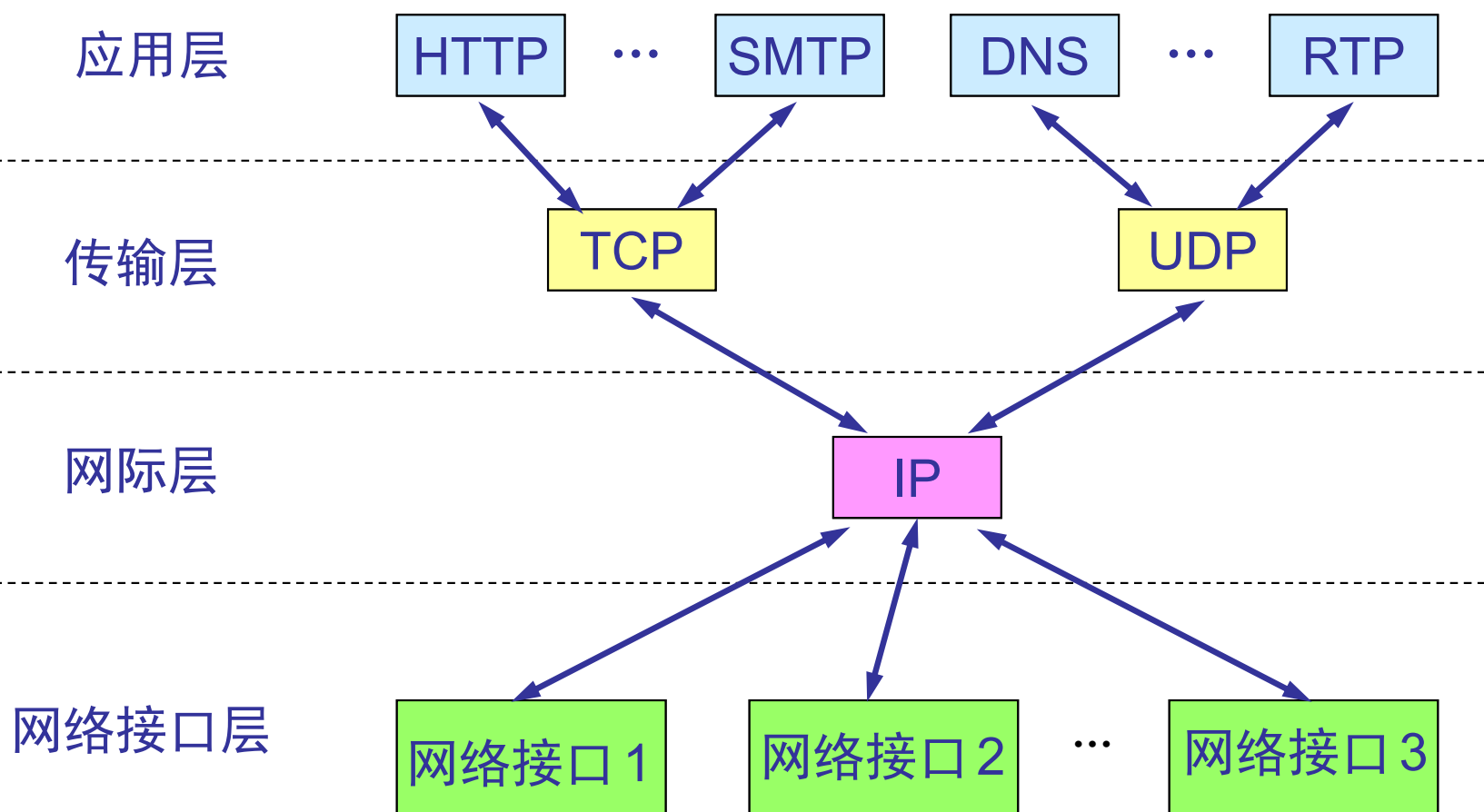
四、TCP/IP的体系结构



路由器在转发分组时最高只用到网络层
而没有使用传输层和应用层。

1.4 计算机网络体系结构

四、TCP/IP的体系结构



1.5 网络标准化

1.5 网络标准化

一、概述

- 标准化对于计算机网络至关重要
 - 要实现不同厂商的硬、软件之间的互连，大家必须遵从统一的标准
- 标准的分类
 - **法定标准**：由权威机构制定的正式的、合法的标准
 - **事实标准**：某些公司的产品在竞争中占据了主流，时间长了，这些产品中的协议和技术就成了标准。如**TCP/IP**

1.5 网络标准化

二、标准化组织

- **ITU-T**

- 国际电信联盟电信委员会(**International Telecommunication Union**), 前身是国际电报电话咨询委员会(**CCITT**)
- 各国按条约建立的机构, 主要成员是各国的邮电部, 主要负责制定电信行业的标准

- **ISO**

- 国际标准化组织(**International Standard Organization**)
- 义务性组织, 主要成员是各大公司技术人员、大学教授、政府官员。
- 负责各行业标准的制定, 主要贡献: **ISO/OSI RM**

1.5 网络标准化

二、标准化组织

- **IEEE**
 - 电子、电气学工程师学会(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 - 专业性组织，学术团体，主要贡献：**IEEE 802**系列局域网标准。
- **IETF**
 - **Internet**工程任务组(Internet Engineering Task Force)
 - 负责**Internet**相关标准的制定
 - 标准形式：**RFC xxxx**，**RFC**指Request for Comment