



无线网络技术

2023 春

南京理工大学

电子工程与光电技术学院



教师信息:

张一晋

Email: yijin.zhang@gmail.com

Office: A350





教学目标与基本要求:

无线网络技术是计算机网络发展的新技术，也是物联网技术的重要组成部分。

- ✓ 要求学生掌握无线网络的基本传输技术，并全面深入了解无线局域网、无线个域网、无线广域网及城域网、移动Ad-Hoc网、无线Mesh网络、无线传感器网络等不同类型的无线网络使用的主要技术。
- ✓ 通过授课、作业、案例分析与交流，使得学生初步学会分析和研究这些网络中存在的问题，并培养学生追踪前沿技术以及创造性解决问题的能力。

教材:



《无线网络技术导论》2018年第3版

汪涛、汪双顶主编

清华大学出版社



成绩考核:

考勤+作业+学习报告 30%

期末考试 70%



无线网络的作用



- 网络技术快速发展，人们的需求不断提高，**移动计算技术**更加得到青睐。
- 构造**无处不在**的计算环境，真正实现**6A**：任何人(**any**one)在任何时候(**any**time)、任何地点(**any**where)可以采用任何方式(**any** means)与其他任何人(**any** other)进行任何通信(**any**thing)。
- 无线网络技术是实现**6A梦想/移动计算/普适计算**的核心技术。

移动计算的目标

○普适计算 (Pervasive/ubiquitous)

移动设备的用户可在任何时间任何地点服务访问不同的服务。

无线让网络使用更自由



宾馆房间



室外热点

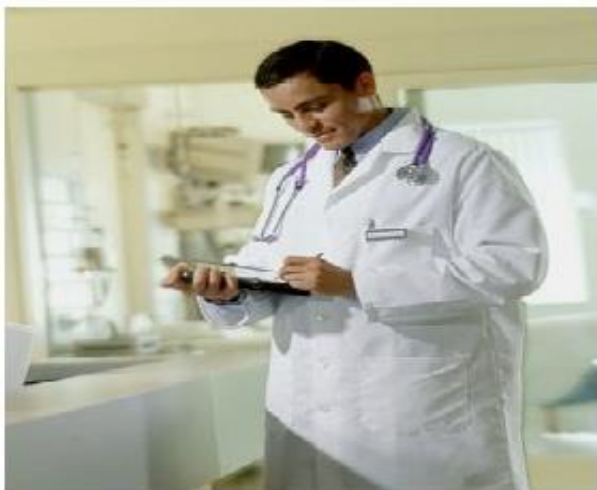


机场大厅



会议室

无线让工作更高效



移动医疗



展馆与证券大厅

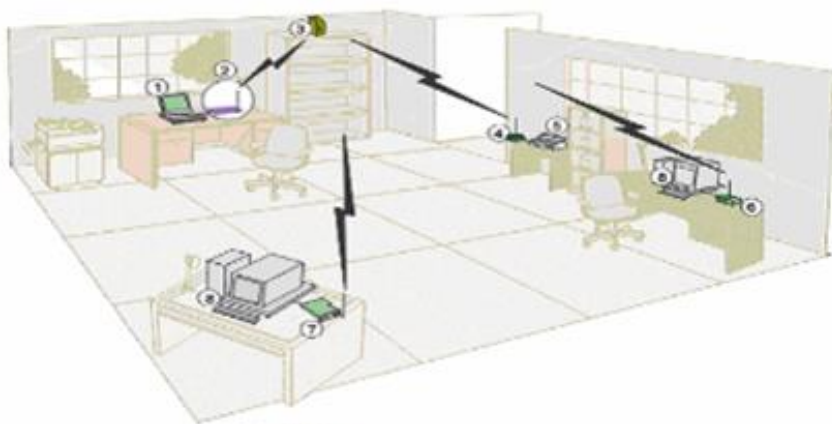


制造车间

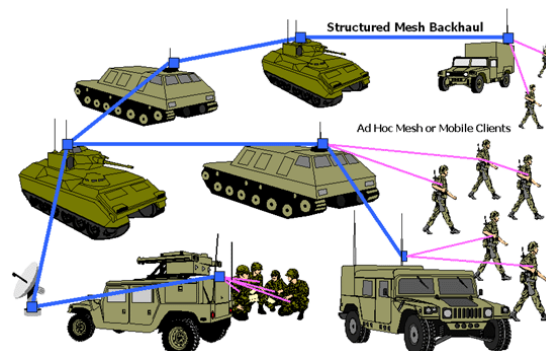


物流运输

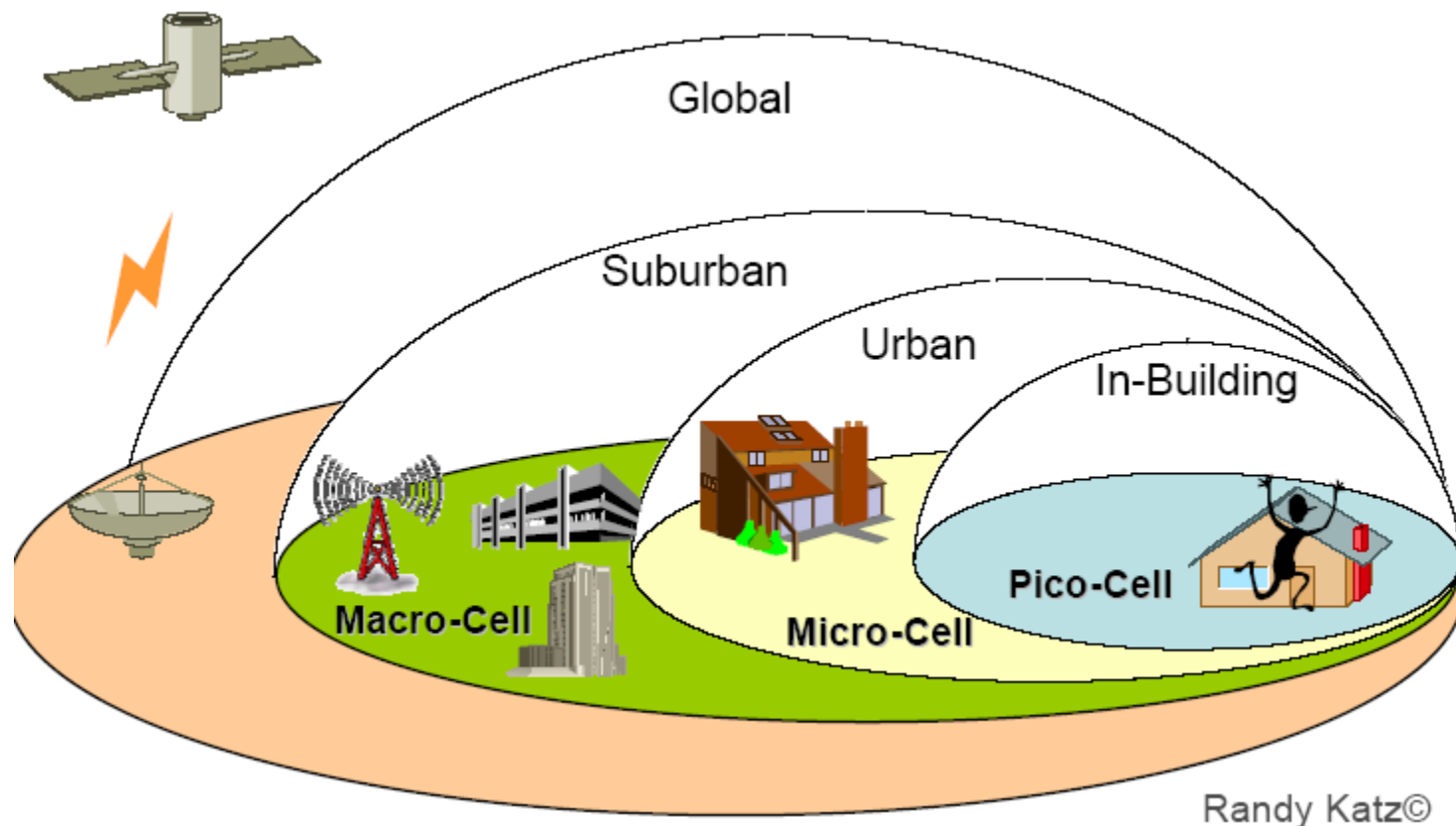
无线让通信更便利



终端与设备之间不
方便通过线缆连接



无线网络架构





新技术层出不穷、新名词应接不暇

- 从无线局域网、无线个域网、无线体域网、无线城域网到无线广域网
- 从移动Ad Hoc网络到无线传感器网络、无线Mesh网络
- 从Wi-Fi到WiMedia、WiMAX
- 从IEEE 802.11、IEEE 802.15、IEEE 802.16到IEEE 802.20
- 从固定宽带无线接入到移动宽带无线接入
- 从红外、HomeRF到UWB，蓝牙及ZigBee
- 从GSM（全球移动通信系统、2G）、GPRS（通用无线分组业务、2.5G）、CDMA到3G、4G、5G
-

无线网络的技术主线



- 从无线网络**覆盖范围**的角度看，有无线个域网、无线局域网、无线城域网、无线广域网和移动Ad Hoc网络(可以归到无线局域网范畴)。
- 从无线网络**应用**的角度看，有无线体域网、无线穿戴网络、无线传感器网络、无线Mesh网络，车载自组织网等。

内容安排



- **第1部分**介绍计算机网络、无线网络的发展概况，简单回顾计算机网络原理中协议分层的体系结构和参考模型等一些最基本的概念。
- **第2部分**介绍和无线网络相关的各种无线传输技术，这对于理解后续章节具体的各种无线网络协议是非常有帮助的。
- **第3部分**主要从无线网络覆盖范围的角度，介绍了无线个域网、无线局域网、无线城域网、无线广域网，并介绍了一种特殊类型的可以归到无线局域网范畴的网络—移动Ad Hoc网络。
- **第4部分**主要从无线网络应用的角度，介绍了无线传感器网络、无线Mesh网络、车载自组织网络，这几种类型的网络中很多基本技术来源于第3部分介绍的技术，但由于具体应用的特殊性，又有自己的独特之处。

第1章 绪论



- 1.1 计算机网络的发展历程
- 1.2 无线网络的兴起
- 1.3 网络体系结构
- 1.4 协议参考模型
- 1.5 与网络相关的标准化组织

1.1 计算机网络的发展历程



计算机网络，是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，在**网络操作系统，网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下**，实现**资源共享和信息传递**的计算机系统。

计算机诞生于1946年

第一阶段：诞生阶段

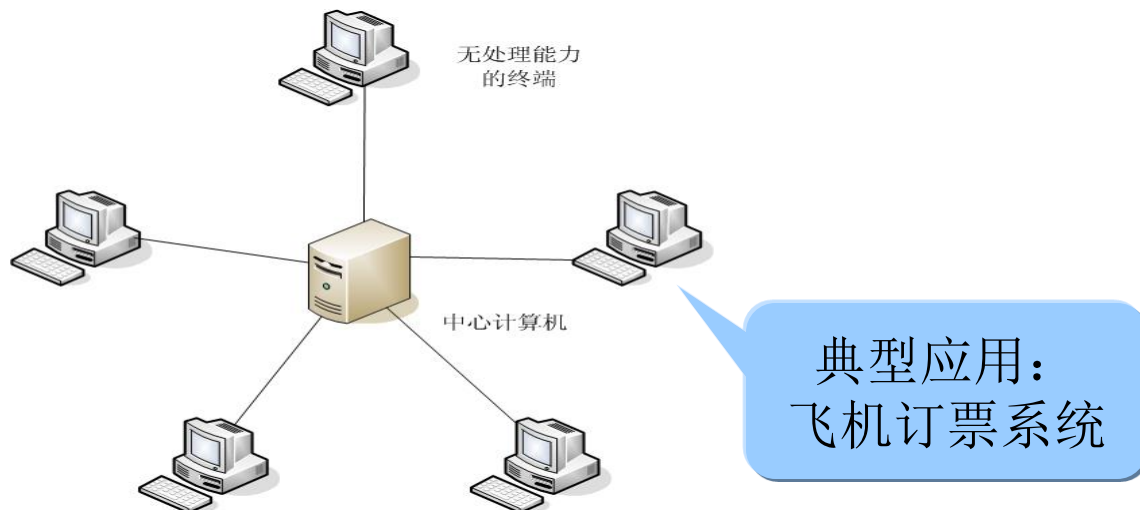
第二阶段：形成阶段

第三阶段：互联互通阶段

第四阶段：高速网络技术阶段

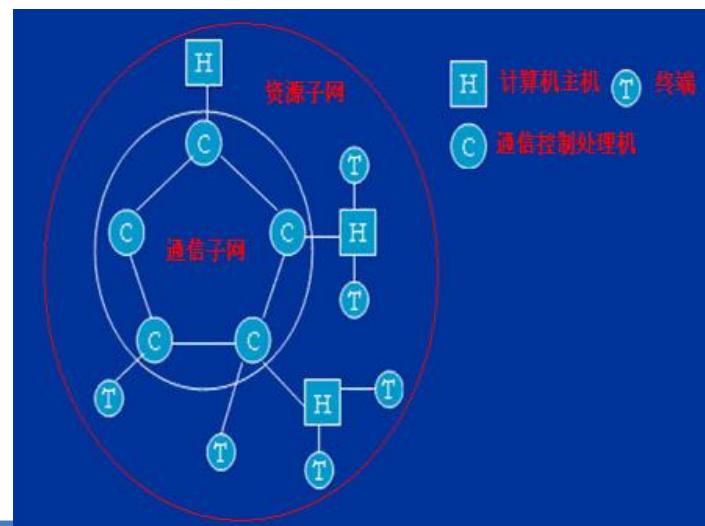
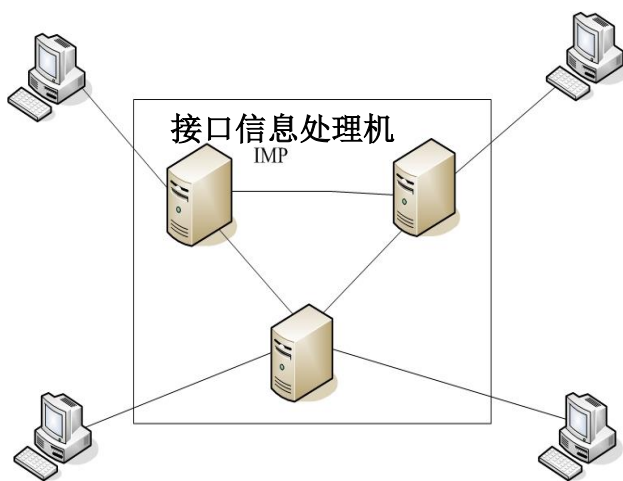
第一阶段：诞生阶段

- 20世纪50年代中后期，许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上，这样就出现了第一代计算机网络。主机前亦会根据需要增加前端机（FEP）。
- 一直到20世纪60年代中期，第一代计算机网络都是以单个计算机为中心的远程联机系统。
- 以传输信息为目的，实现远程信息处理或进一步资源共享。



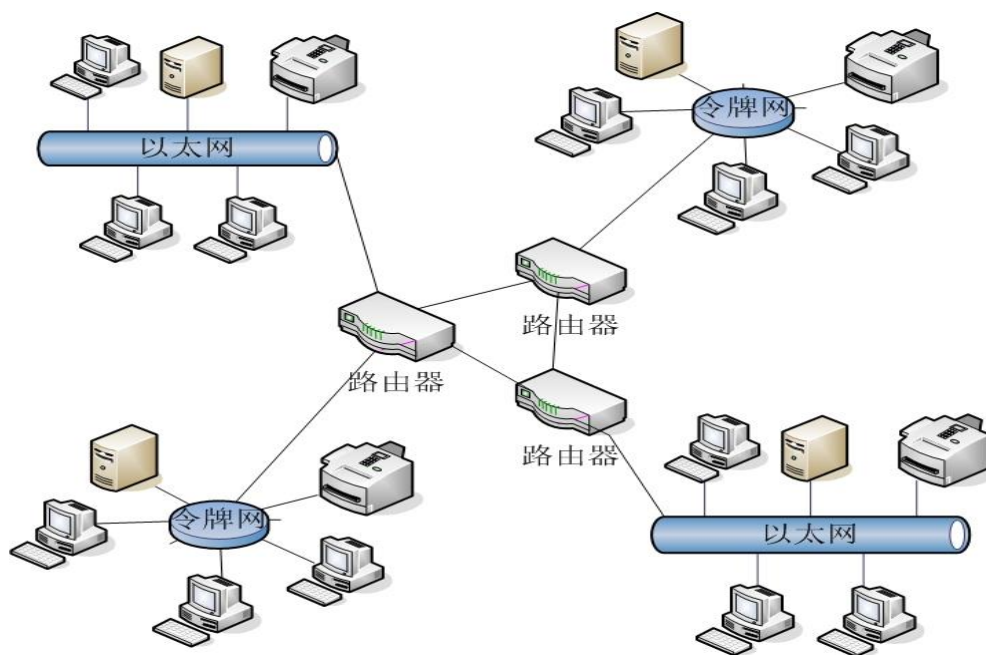
第二阶段：形成阶段

- 20世纪60年代中期至70年代的第二代计算机网络是以多个主机通过通信线路互联起来，典型代表是美国的ARPANET。
(现代意义的计算机网络形成)
- 主机间由**IMP**转接后互连。
- 提出**资源子网**和**通信子网**的概念，以通信子网为核心。
- 采用**分组交换技术**，出现了“**协议**”，但无统一标准。
- 以**资源共享**为目的。



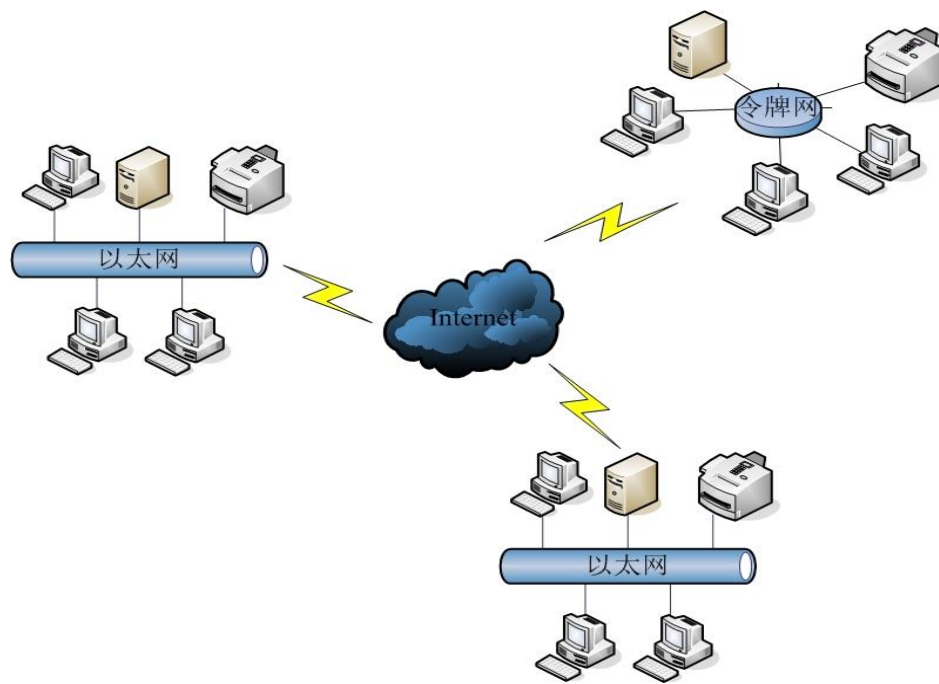
第三阶段：互联互通阶段

- 20世纪70年代末至90年代的第三代计算机网络是**具有统一的网络体系结构并遵循国际标准**的开放式和标准化的网络，实现互联互通。
- 典型代表：七层ISO-OSI/RM模型和五层TCP/IP模型。



第四阶段：高速网络技术阶段

- 20世纪90年代末至今的第四代计算机网络，伴随局域网技术发展成熟，出现光纤及高速网络技术、多媒体网络、智能网络等，整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统，发展为以Internet为代表的互联网。



第1章 绪论



1.1 计算机网络的发展历程

1.2 无线网络的兴起

1.3 网络体系结构

1.4 协议参考模型

1.5 与网络相关的标准化组织

1.2 无线网络的兴起



- G. Marconi于1901年提出数字无线通信。
- 无线网络最大的优点是可以让人们摆脱有线的束缚，更便捷、更自由的沟通。
- 无线网络的历史起源可以追溯到20世纪40年代的第二次世界大战期间。美国陆军采用无线电信号做资料的传输。
- 1971年时，夏威夷大学的研究员创造了第一个基于封包式技术(分组交换)的无线电通讯网络ALOHANET，可以算是相当早期的无线局域网络(WLAN)，包括了7台计算机，它们采用双向星型拓扑（bi-directional star topology），横跨四座夏威夷的岛屿。

无线网络分类



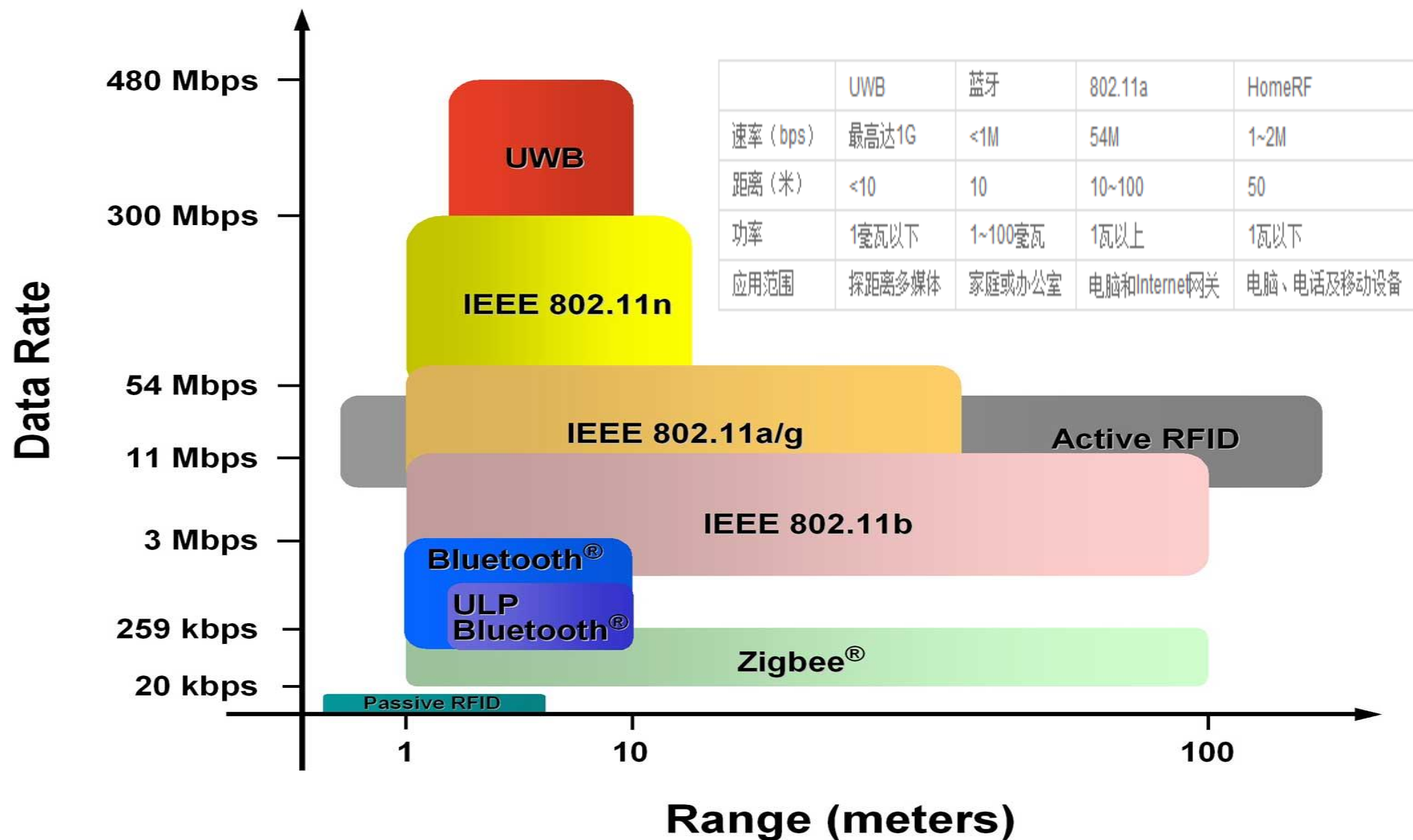
- 从无线网络覆盖范围看
系统内部互连/无线个域网
无线局域网
无线城域网/广域网
- 从无线网络的**应用**角度看，还可以划分出无线传感器网络、无线Mesh网络、无线穿戴网络、无线体域网，无线车载自组织网等，这些网络一般是**基于已有的无线网络技术，针对具体的应用**而构建的无线网络。

系统内部互连/无线个域网

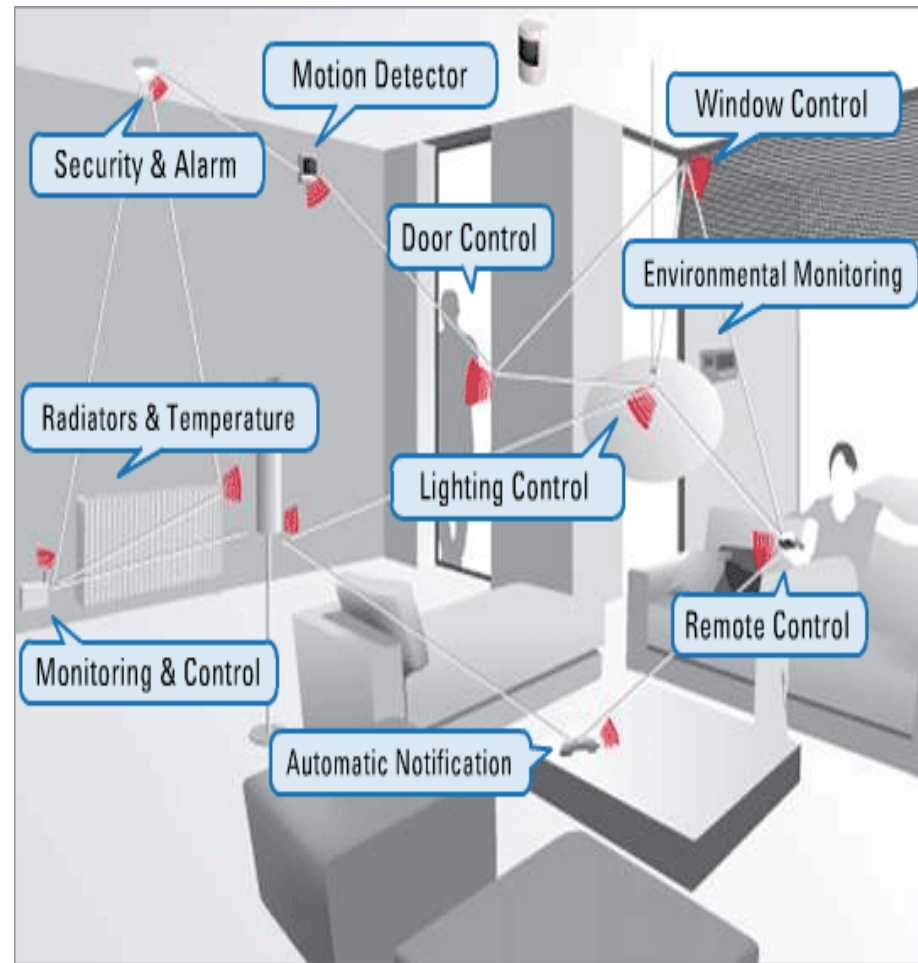
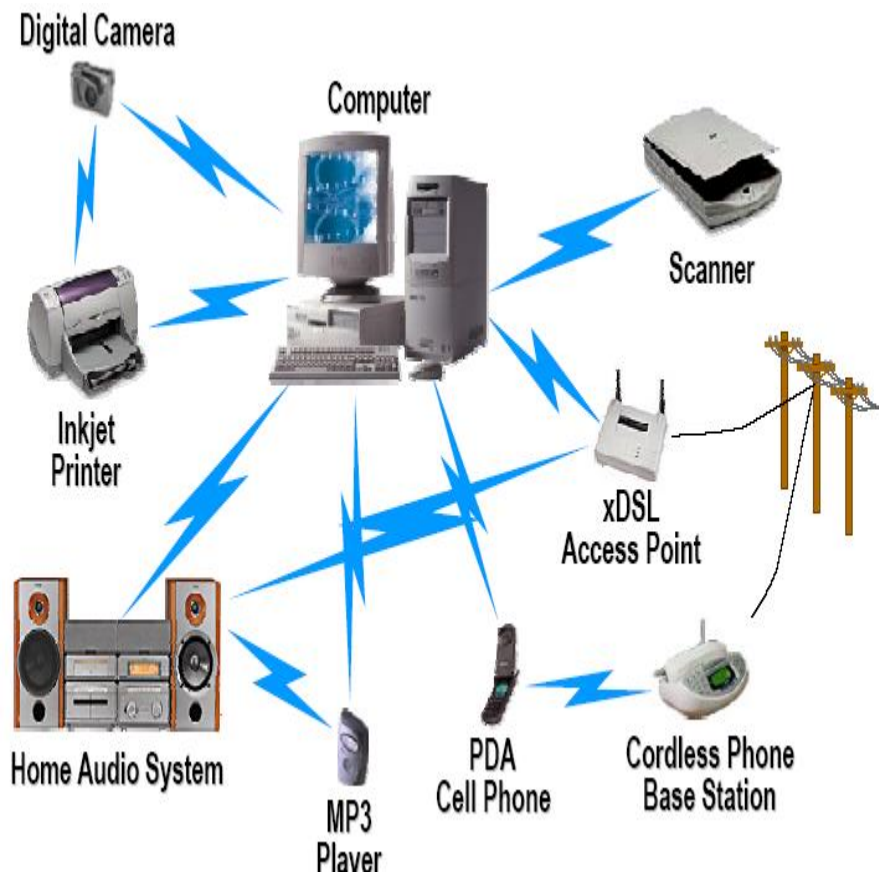


- 系统内部互连是指通过**短距离的无线电**，将一台计算机的各个部件连接起来。
- **蓝牙**是一种典型的短距离无线网络技术，将这些部件以无线的方式连接起来。
- 除蓝牙外，传统的**红外**无线传输技术、**家庭射频**（整合802.11b和DECT）和目前最新的**Zigbee**、超宽带无线技术**UWB**都可以用于无线系统内部互连，构建无线个域网、无线体域网等。
- 一般来说，采用**主-从模式**，系统单元是主部分，告诉从部分通信参数。

短距离无线通信技术



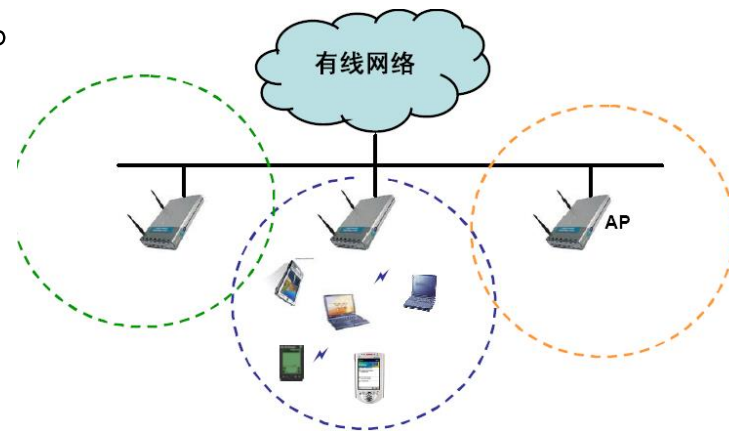
无线个域网



无线局域网



- 第一类是**有固定基础设施**的：802.11 WLAN。每个基本服务区由AP负责各站的通信，并与其他基本服务区和有线骨干网连接。



- 第二类是**无固定基础设施**的:自组织网络/移动Ad hoc网络。无AP，每个基本服务区各站之间直接通信，但不能与外部网络相连。
- 由第二类衍生的**移动Ad Hoc网络**广泛应用于战场和抢险救灾。

无线城域/广域网络

- **传统蜂窝电话**所使用的无线电网络就是一个低带宽广域无线系统的例子，但目前4G/5G均以提供高带宽为目标。
- **高带宽广域无线网络**，如IEEE 802.16，IEEE 802.20，前者针对低速移动，后者针对高速移动。

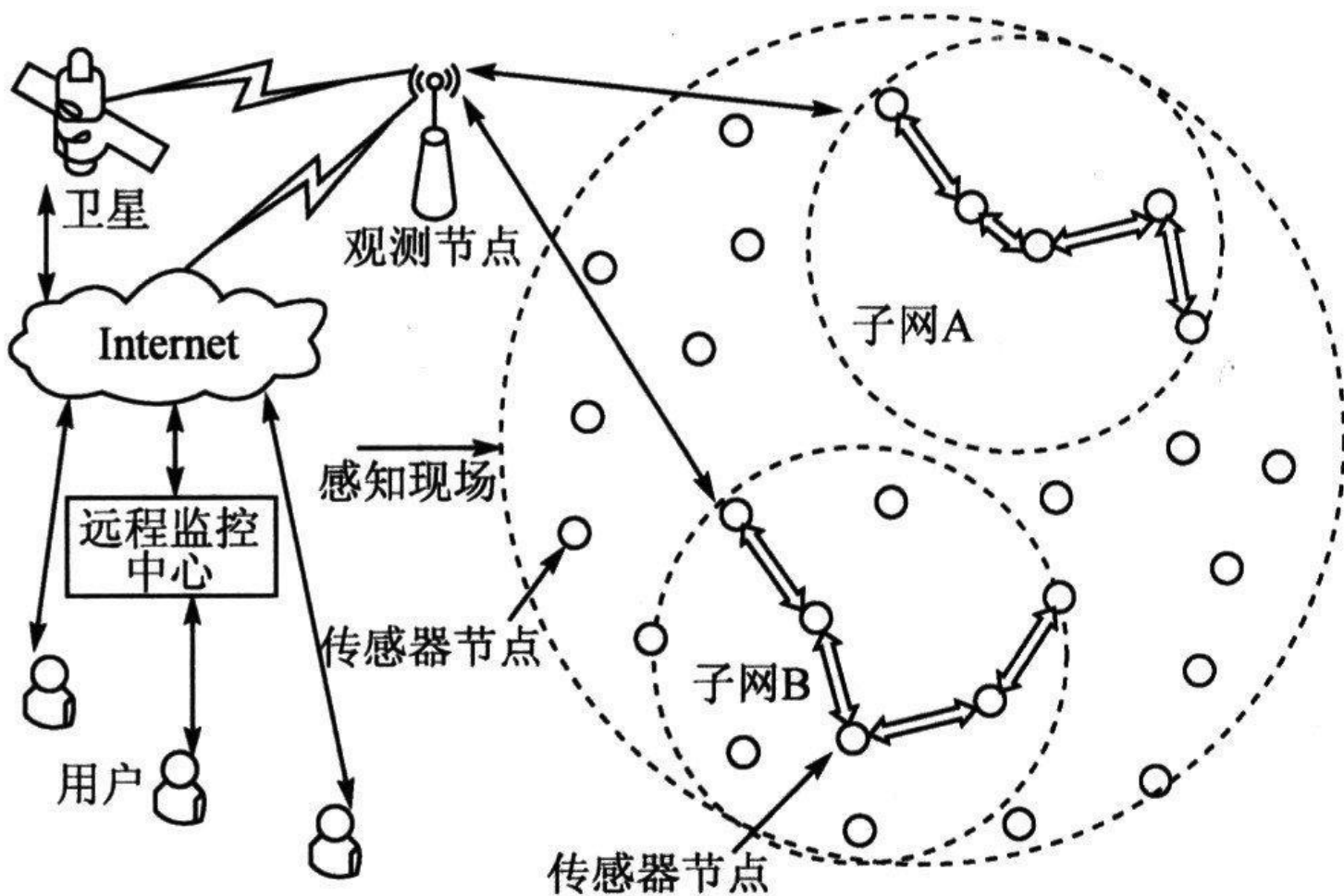


无线传感器网络



- 无线传感器网络是涉及**多学科高度交叉**、**知识高度集成**的前沿热点研究领域，综合了传感器技术、嵌入式计算技术、现代网络及无线通信技术、分布式信息处理技术等。
- 无线传感器网络能够通过各类集成化的微型传感器**协作地实时**监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息，通过**无线通信并以自组多跳**的网络方式将这些信息传送到**用户终端**。
- 实现物理世界、计算世界以及人类社会**三元世界**的连通。

无线传感器网络体系结构



无线传感器网络体系结构

无线Mesh网络



- 无线Mesh网络是由移动Ad Hoc网络顺应人们无处不在的Internet接入需求演变而来，被称为**无线版本的Internet**。
- 任何无线设备节点都可以**同时作为AP和路由器**，网络中的每个节点都可以发送和接收信号，每个节点都可以与一个或者多个对等节点进行直接通信。
- 最大好处在于：如果最近的AP由于流量过大而导致堵塞的话，那么数据可以**自动重新路由**到一个通信流量较小的邻近节点进行传输。

无线Mesh网络



Node Types

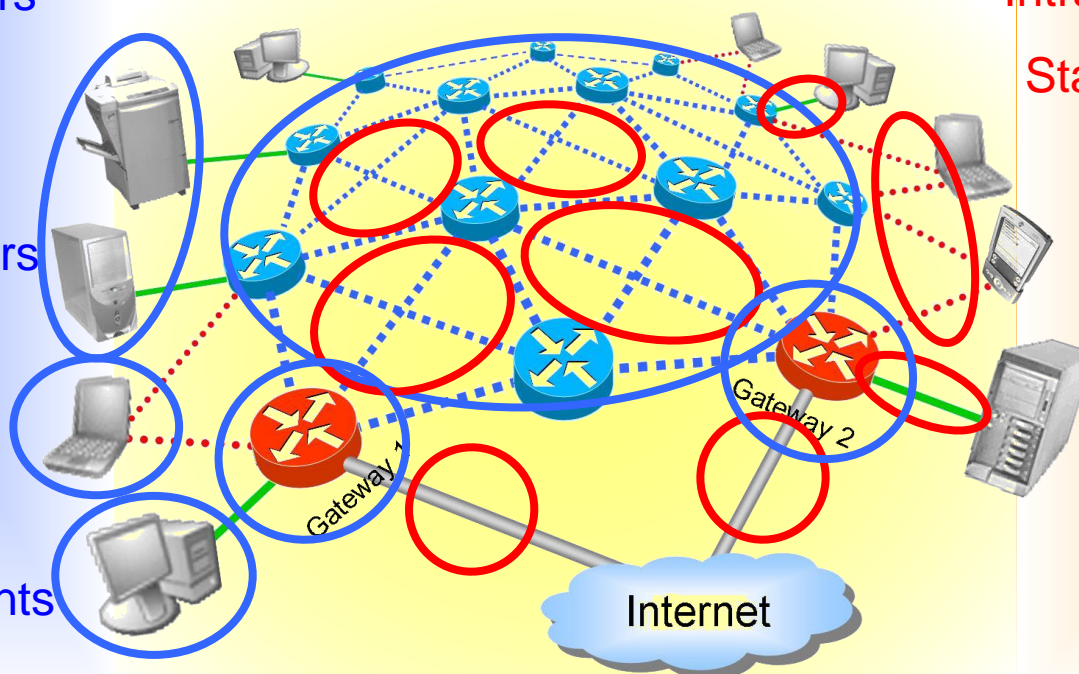
Wireless routers

Gateways

Printers, servers

Mobile clients

Stationary clients



Link Types

Intra-mesh wireless links

Stationary client access

Mobile client access

Internet access links

无线穿戴网络



无线穿戴网络是基于短距离无线通信技术(蓝牙和ZigBee技术等)与可穿戴式计算机(wearcomp)技术、**穿戴在人体上、具有智能收集人体和周围环境信息**的一种新型个域网(PAN)。

最新应用：AR、VR



无线车载自组织网络



车载自组织网络依靠短距离通信技术实现车与车以及车与路边基站之间的通信，为临近车辆建立实时或者非实时的短距离通信。



无线互联网



- 随着无线网络的大规模发展，促使互联网的形态发生了变化，无线互联网的概念应运而生。
- 无线互联网（亦称为移动互联网）是建立在无线网络基础上的互联网，包括了各种提供互联网接入服务的网络，典型的如中国移动、中国联通、中国电信提供的没有硬线路的网络，当然也包括本书介绍的各种无线网络。

第1章 绪论



- 1.1 计算机网络的发展历程
- 1.2 无线网络的兴起
- 1.3 网络体系结构
- 1.4 协议参考模型
- 1.5 与网络相关的标准化组织

1.3 网络体系结构



- 计算机分为硬件和软件两部分，二者缺一不可。
- 计算机网络是计算机的集合，需要同时考虑网络软件和其支持的网络硬件。
- 网络体系结构研究的对象就是网络软件。

协调



- 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。

激活： 保证数据通信的链路能正确发送和接收

识别： 如何识别接收数据的设备

确认准备接受： 发送者确定接收者已准备接收

确认准备存储： 发送者确定接收者已准备存储

格式转换： 至少一方能完成格式转换

路由选择： 多跳通信中选择合适路由

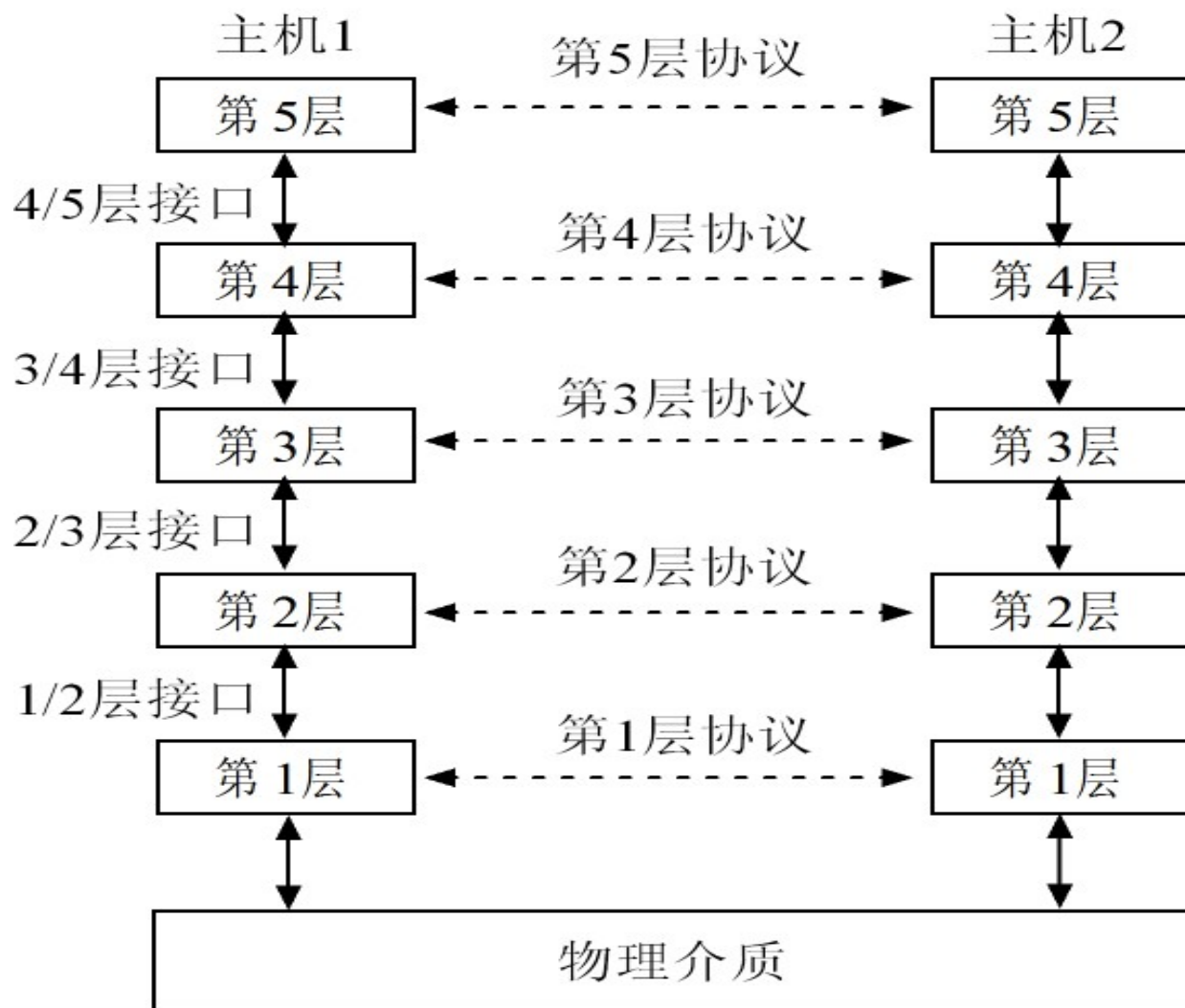
差错控制： 在数据传送错误、重复或丢失时，设置可靠措施保证最终正确接收。

协议分层



- 为了**保证通信双方之间的高度协调**，并且降低网络设计的复杂性，绝大多数网络采用了**分层**的思想，将全局复杂问题局部化。
- 网络软件被组织成一堆相互叠加的层，每一层都建立在其下一层的基础之上。
- 每一层**对等实体**（可以是硬件或软件进程）采用**协议**进行通信。
- 相邻层之间是**接口**，用于定义提供哪些原语操作和服务
- **分层和协议**的集合就是网络的体系结构。

五层模型实例



层次设计问题



- 编址机制
- 数据传输规则：方向，逻辑信道，优先级别
- 报文编号、拆分及重组
- 流量控制
- 多路复用技术
- 路由选择

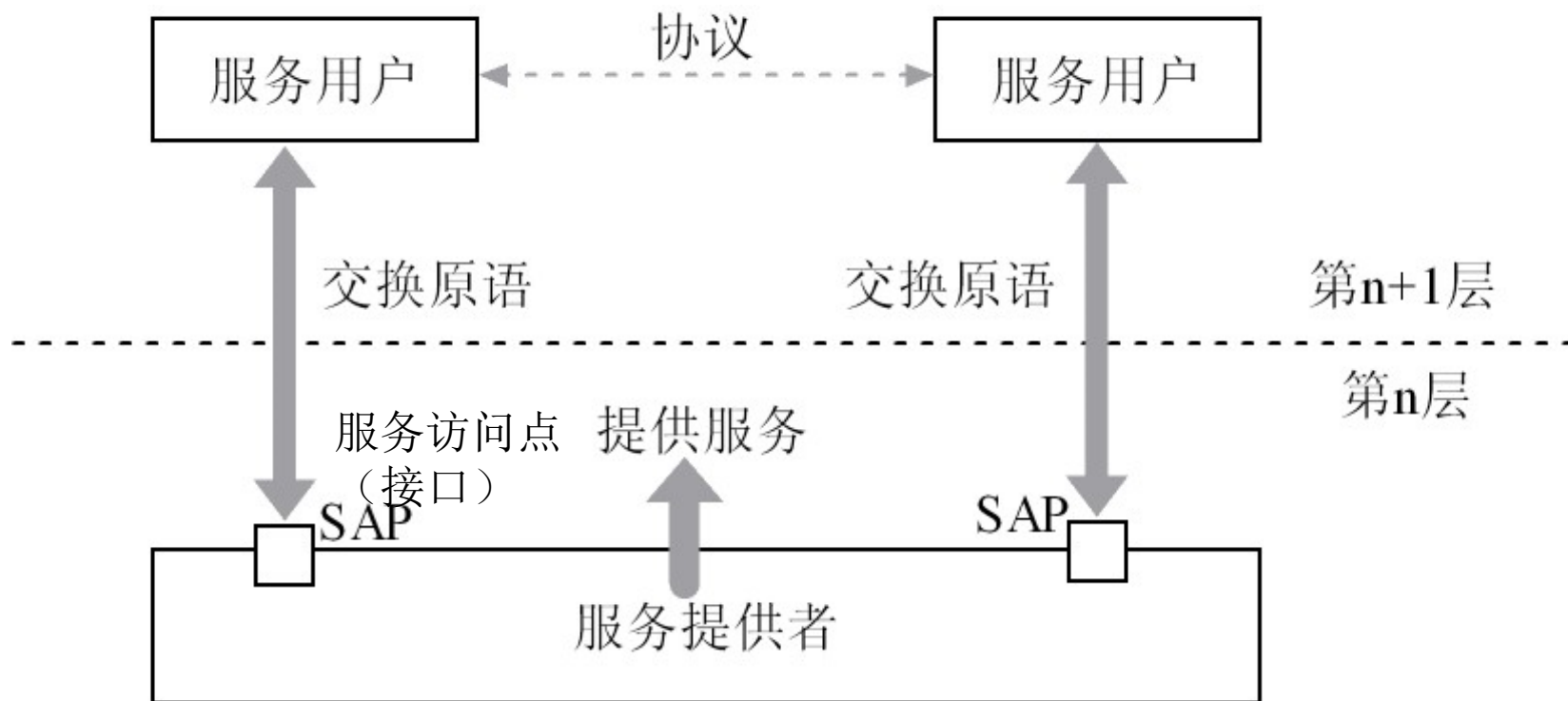
协议层次数量和每层功能复杂度需要较好折衷，否则会造成设计困难、额外开销或者协议性能牺牲。

服务



- 下层通过层间**接口**为上层提供**服务**。
- **面向连接**的服务：资源需预先保留
 - **连接**就是两个对等实体为进行数据通信而进行的一种结合。
 - 面向连接服务具有连接建立、数据传输和连接释放这三个阶段，是一种**可靠的服务**。
- **无连接**服务：资源在传输时动态分配
 - 两个实体之间的通信不需要先建立好一个连接。
 - 不需要接收端作出响应。
 - 是一种不可靠的服务，常被描述为“尽最大努力交付”或“尽力而为”。

协议和服务的关系



协议是“水平”的
服务是“垂直”的

本层服务用户只看见下层提供服务，无法看见下层协议



网络体系结构三大核心：接口、协议、服务



第1章 绪论



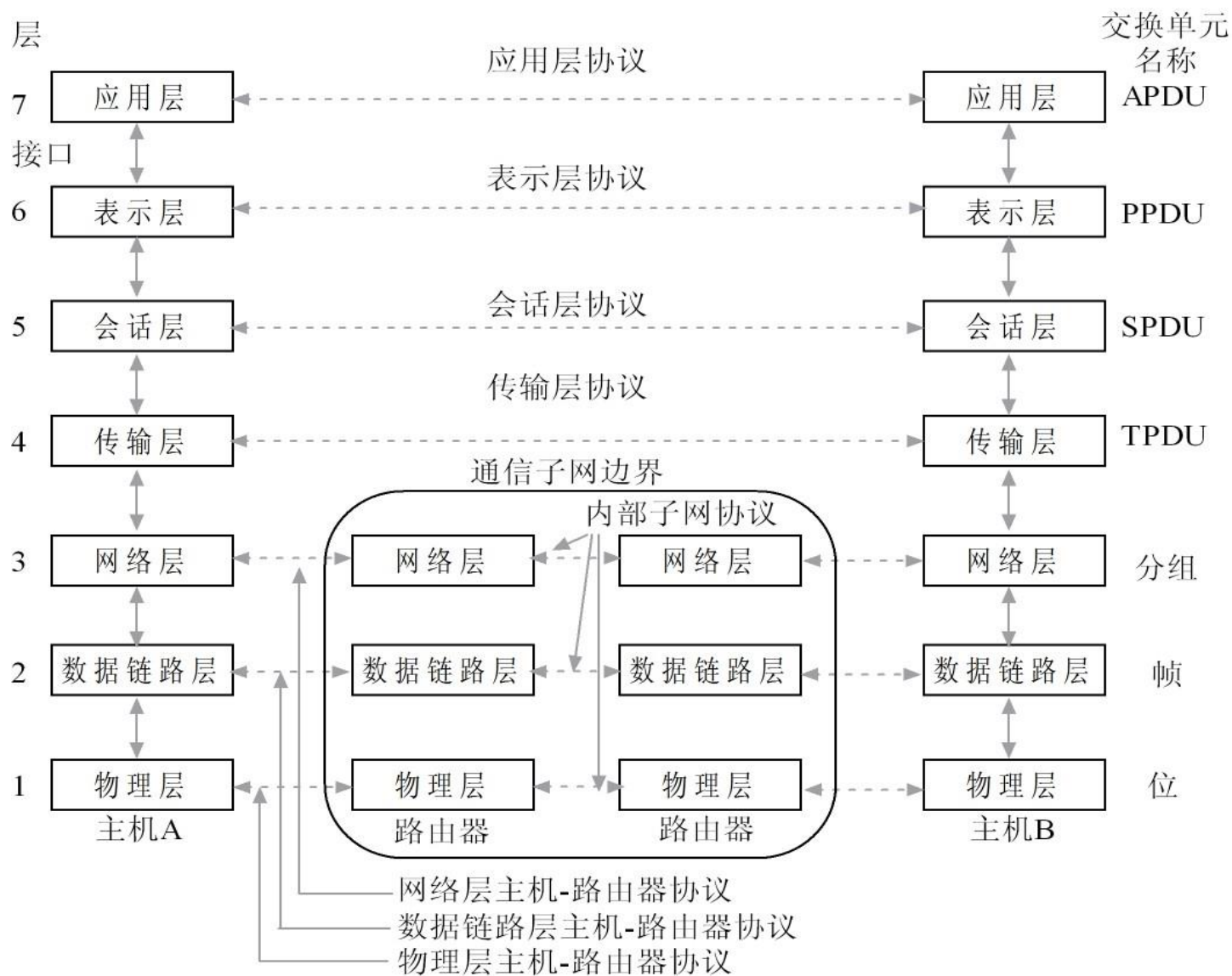
- 1.1 计算机网络的发展历程
- 1.2 无线网络的兴起
- 1.3 网络体系结构
- 1.4 协议参考模型
- 1.5 与网络相关的标准化组织

协议参考模型



- **OSI模型**：开放式通信系统互联参考模型，法定标准，无人遵守。
- **TCP/IP模型**：事实标准，全球遵守。

OSI参考模型

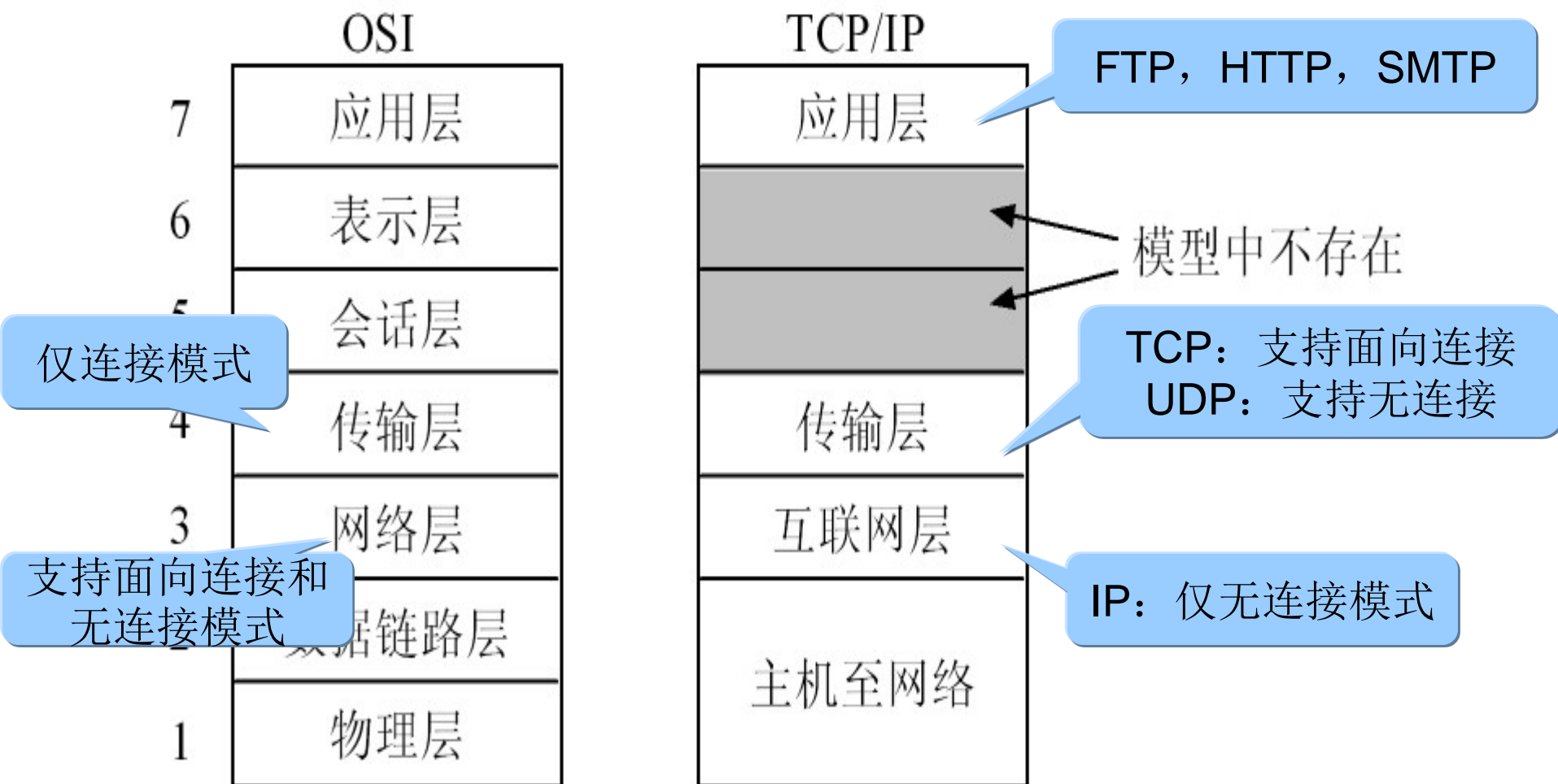


通信子网各层功能



- **物理层**：主要定义物理设备标准，如电压、网线的接口类型、光纤的接口类型、传输速率等。
- **数据链路层**：定义了如何让格式化数据以进行传输，以及如何让控制对物理介质的访问。这一层通常还提供流量控制、错误检测和纠正。
- **网络层**：提供连接和路径选择。Internet的发展使得从世界各站点访问信息的用户数大大增加，而网络层正是管理这种连接的层。

TCP/IP参考模型



模型比较



共同点:

- OSI参考模型和TCP/IP参考模型都采用了层次结构的概念。
- 都能够提供面向连接和无连接两种通信服务机制，但提供的协议层不同。

不同点:

- OSI采用的七层模型，而TCP/IP是四层结构。
- OSI参考模型每一层的功能都很详尽，而TCP/IP参考模型的网络接口层实际上并没有真正的定义。
- OSI模型是在协议开发前设计的，具有通用性。而TCP/IP不具通用性。
- 提供无连接/面向连接的通信范围不同



无线网络的协议模型是什么样？

无线网络的协议模型（1）



- 不同类型的无线网络所重点关注的协议层次是不一样的。
- 无线局域网、无线个域网和无线城域网一般不存在路由的问题，所以它们没有专门制定网络层的协议，主要采用传统的网络层的IP协议。
- 无线传感器网络、Ad Hoc网络以及无线Mesh网络的路由问题也是协议制定的主要组成部分。
- 无线网络存在共享访问介质的问题，所以和传统有线局域网一样，MAC层（数据链路层子层）协议是所有无线网络协议的重点。

无线网络的协议模型（2）



- 无线频谱管理的复杂性，也导致无线网络**物理层协议**也是一个重点。
- 对于**传输层协议**来说，虽然大多数TCP都已经小心地作了优化，而优化的基础是一些假设条件对于有线网络是成立的，但对于无线网络却并不成立。
- 传输层**拥塞控制算法**需要考虑无线链路特点（决定超时由拥塞或丢包引起），以减少网络负载。
- **应用层的协议**并不是无线网络的重点，只要支持传统的应用层协议就可以了，当然对于一些特殊的网络和特殊应用，可对其进行一定规范化，如无线个域网的**蓝牙协议**。

第1章 绪论



- 1. 1 计算机网络的发展历程
- 1. 2 无线网络的兴起
- 1. 3 网络体系结构
- 1. 4 协议参考模型
- 1. 5 与网络相关的标准化组织

1.5 与网络相关的标准化组织



- 电信领域中最有影响的组织：ITU
- 国际标准领域中最有影响的组织
 - ISO
 - IEEE
- Internet标准领域中最有影响的组织
 - IAB 体系结构委员
 - IETF 工程任务组，处理短期工程事项
 - IRTF 研究任务组，专注长期研究

第1章作业（作业一）



1. 网络体系结构是_____和_____的集合。
2. 1971年，_____的出现标志无线网络正式诞生。
3. Internet中采用的交换技术是_____。
4. 阐述计算机网络的发展阶段及标志。
5. 阐述OSI参考模型和TCP/IP参考模型的异同点。
6. 分别阐述无线网络根据覆盖范围以及应用的分类。
7. 阐述无线网络的协议模型有哪些特点。



The end