



哈爾濱工業大學(深圳)  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN

# 通 信 安 全

## L8—通信网技术



- 教师：崔爱娇
- 编号：ELEC3019
- 学时：32学时



# 概要



## 通信网技术

通信网络

典型通信网络

云计算

物联网

# 概要



## 通信网技术

通信网络

典型通信网络

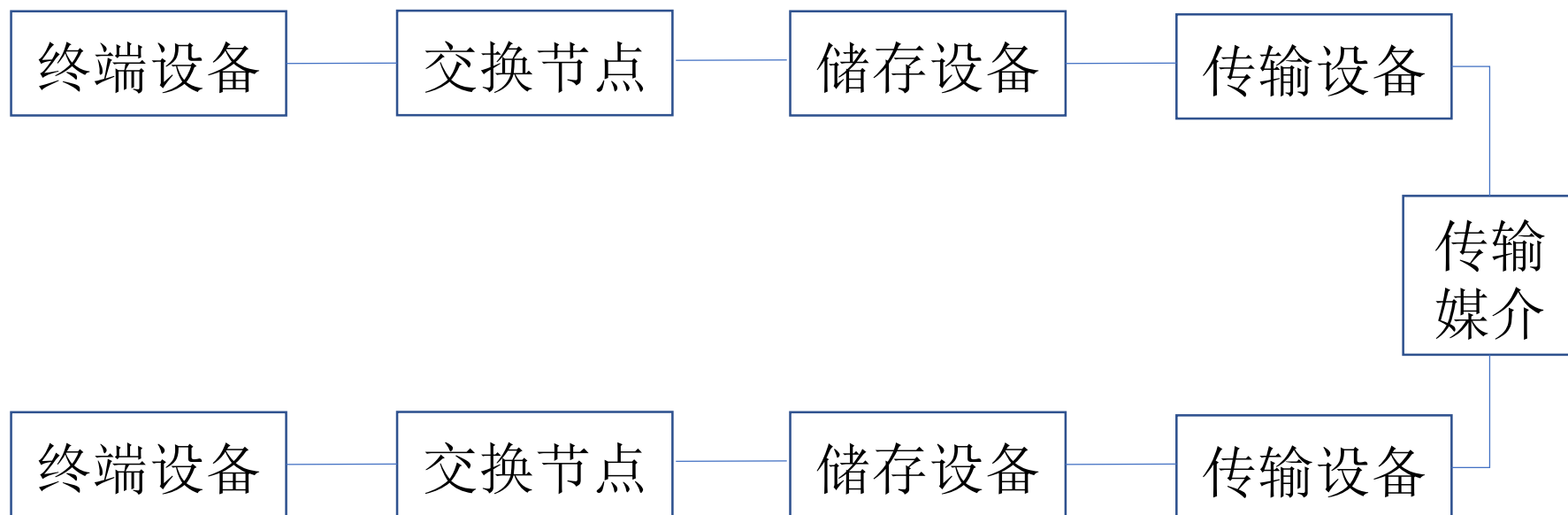
云计算

物联网

# 通信网



通信网：通信网是一种使用交换设备、传输设备，将地理上分散用户终端设备互连起来实现通信和信息交换的系统。



属于电磁系统的也称电信网。



# 通信网的分类

业务内容： 电报网，电话网，图像网，数据网；

地区规模： 农村网，市内网，长途网，国际网；

服务对象： 公用网，军用网，专用网；

信号形式： 模拟网，数字网；



# 通信网的发展

## 智能化，综合化

5G将带来数字应用的颠覆变革，以及更多的业务创新机会，同时也伴随着难以估量的数据洪流。

但是目前的通信网络一直在超负荷运转，而网络的需求却并未因此减缓。

虽然颠覆性的技术不断涌现，但各种协议之间却互不兼容。

此外，成果导向和高效实施新服务已然成为必需，通信网络面临诸多挑战，亟需灵活高效且可扩展的端到端解决方案。

# 概要



## 通信网技术

通信网络

典型通信网络

云计算

物联网



# 有线电话网

PSTN (Public Switched Telephone Network) : 公用电话交换网, 典型的、传统的有线公用交换电话网。

- 模拟技术为基础的电路交换网络
- 在众多的广域网互连技术中, 通过PSTN进行互连所要求的通信费用最低
- 但其数据传输质量及传输速度也最差
- 同时PSTN的网络资源利用率也比较低





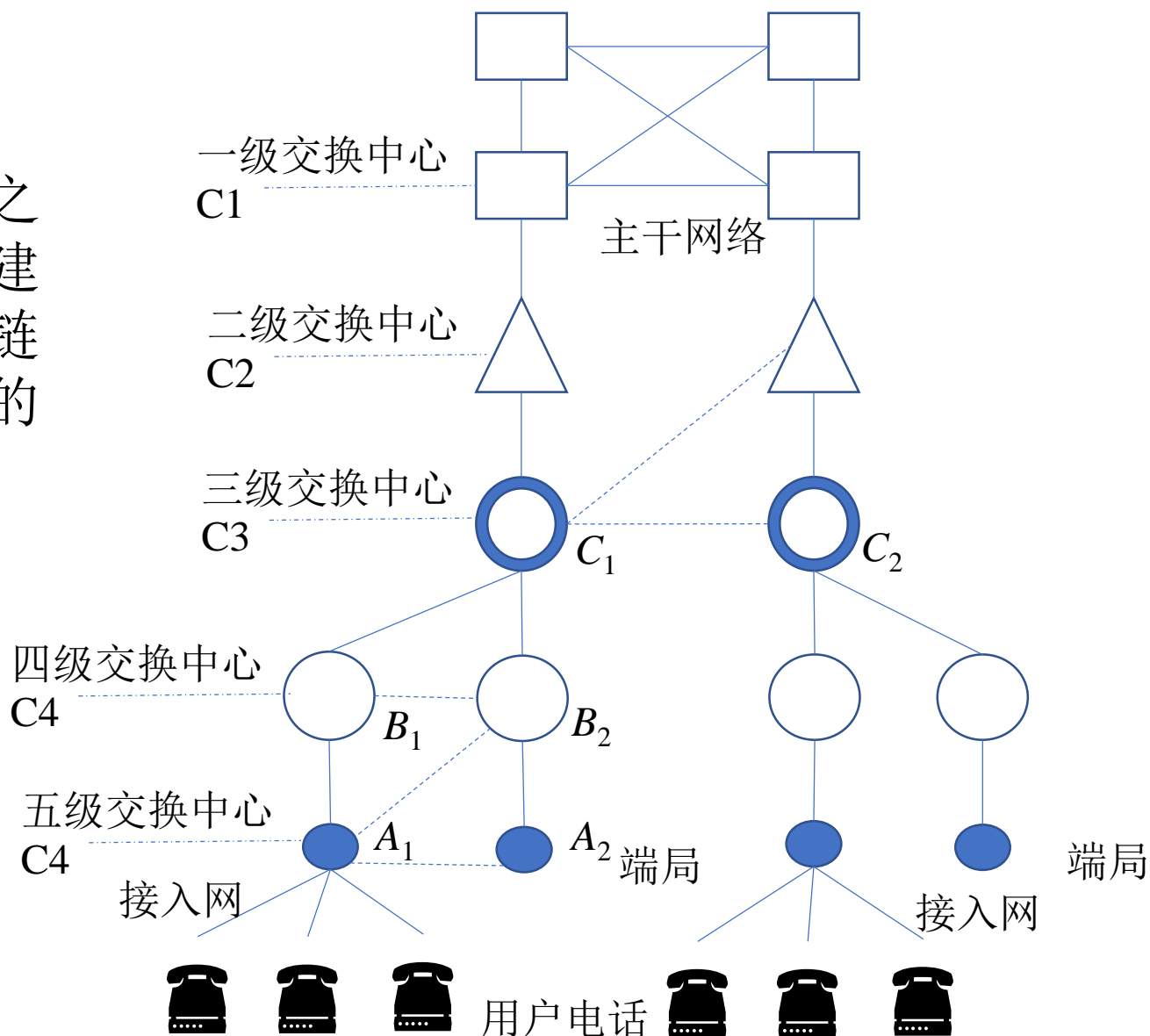
# PSTN的典型结构

## 五个等级的PSTN网络结构:

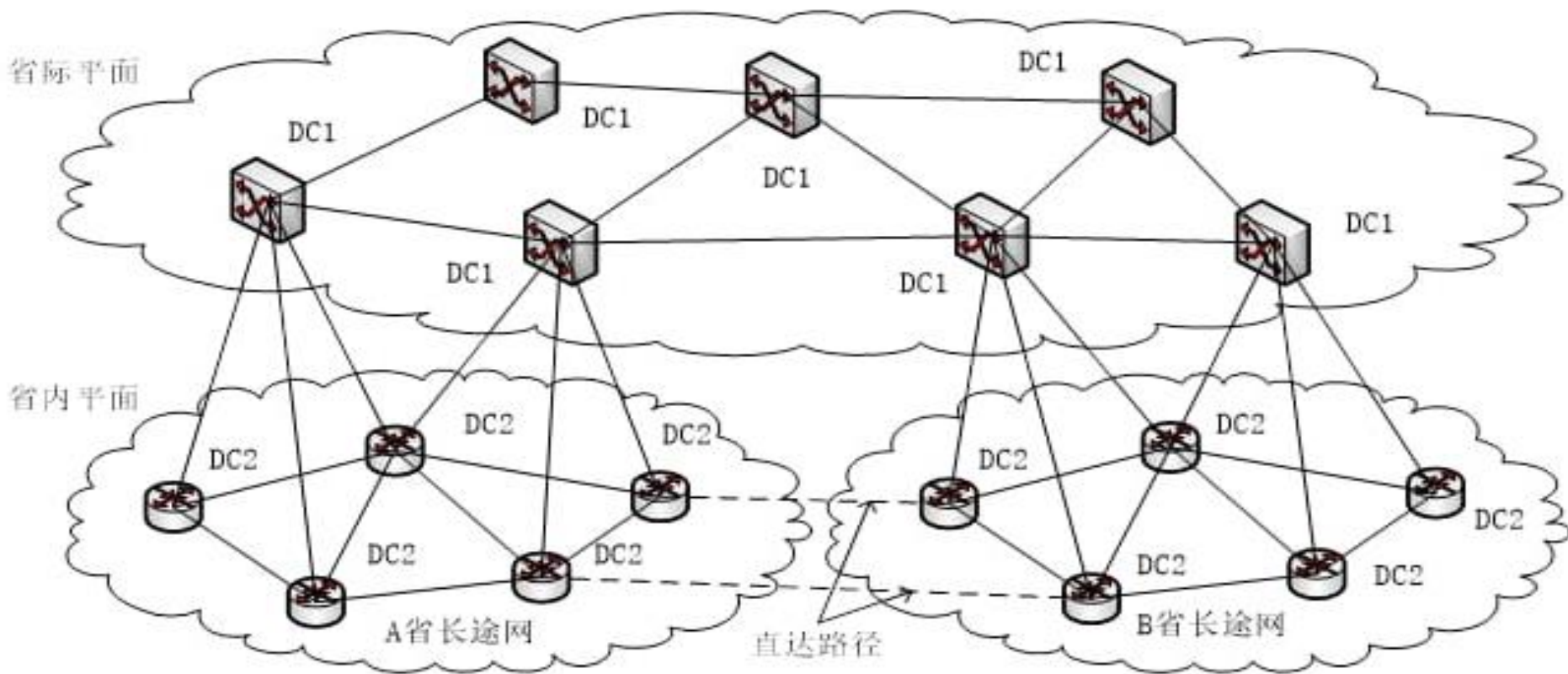
- 第一、二、三和四级均为长途交换中心;
- 第五级为由端局组成的本地交换中心
- 电话机就是网络的终端设备, 端局为网络的介入节点;
- 第一级交换中心作为网络的核心节点构成了网络的骨干部分;
- 第二、三和四级的中继(交换节点)和端局节点间则以树形的结构逐级汇聚接入到主干网上。

# 五级PSTN的典型结构

节点间也根据区域之间的业务量大小，建立同层之间的直通链路或者不同层之间的非对称链路。



# 简化的PSTN的二级结构



在省内和省际的两级网络平面上分别构成网状的结构，可使得长途话务的转接次数大大减少：

在两省和省内网络平面的节点间，可以设置直达路由，以进一步提高系统的传输效率。



# PSTN话音与信令的路由选择策略

路由选择的一般原则是

首先选择可直达的路由



当直达路由不可用时，选择优先级别最高的第一迂回路由



当第一迂回路由也不可用时，选择优先级别次高的第二迂回路由



以此类推，直到确定合适的路由为止

端局 $A_1$ 与 $A_2$ 之间直达路由为 $A_1 - A_2$ ;  $\longrightarrow$  第一迂回路由为 $A_1 - B_2 - A_2$ ;

第二迂回路由为 $A_1 - B_1 - B_2 - A_2$ ;  $\longrightarrow$  第二迂回路由为 $A_1 - B_1 - C_1 - B_2 - A_2$ ;

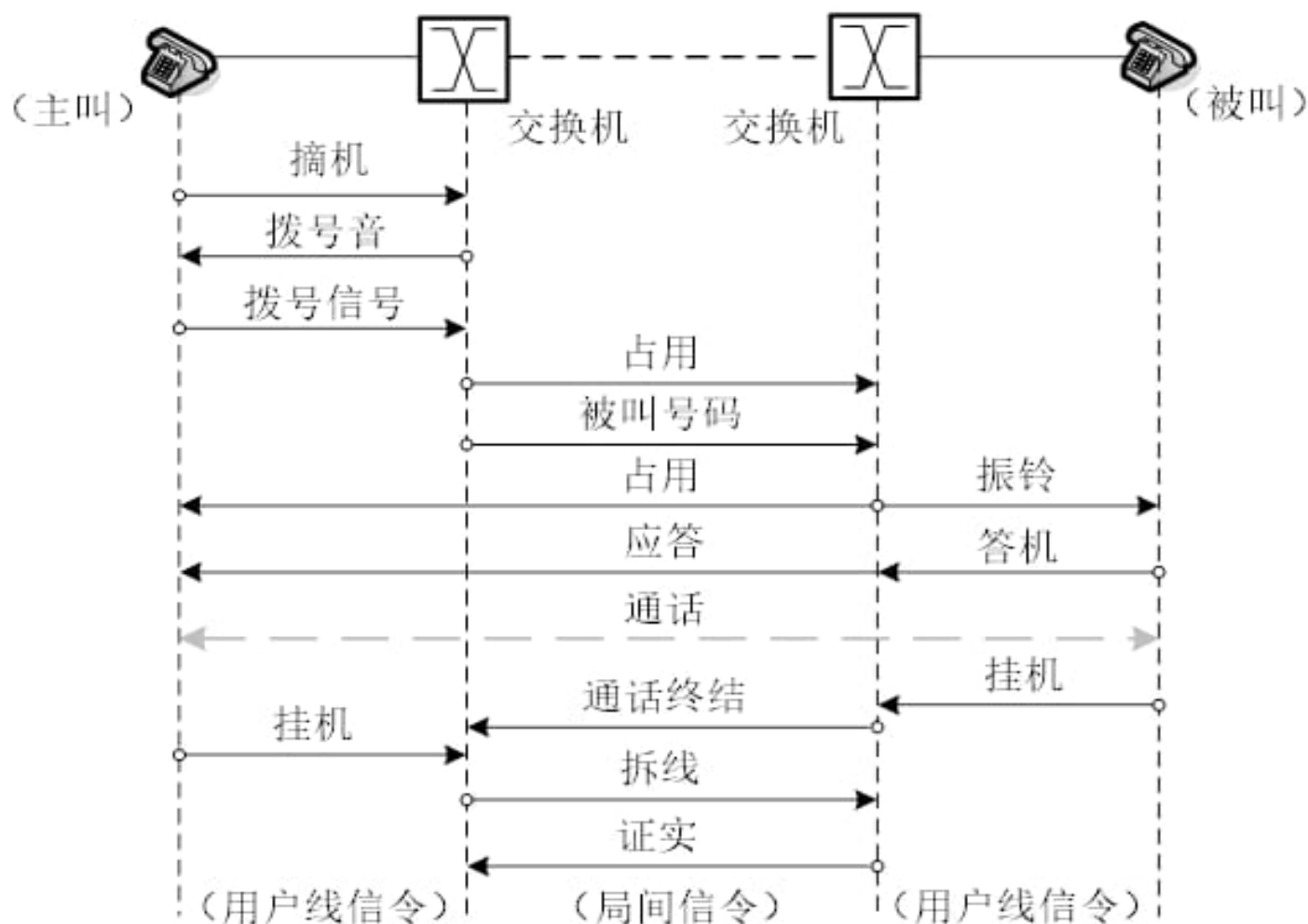


# PSTN的接入网

PSTN的接入网：通常是指用户电话机到端局的网络部分。

- PSTN的接入网基本上是由双绞线铜缆组成的。
- 在300到3400Hz频谱段，信号的衰减最小，非常适合信号能量主要集中在这一频段的语言信号。
- 普通电话机信号通过双绞线到达端局的传输距离可打3到5公里。
- 当利用PSTN网络传输数据，在介入网传输阶段，应加入调制解调器（Modem），使载波信号工作在300到3400Hz频谱。
- 通过Modem，利用多进制的载波调制方式来传输数据，接入网的传输速率可达到几十Kbps。使载波信号工作在300到3400Hz频谱。

# PSTN典型的呼叫过程

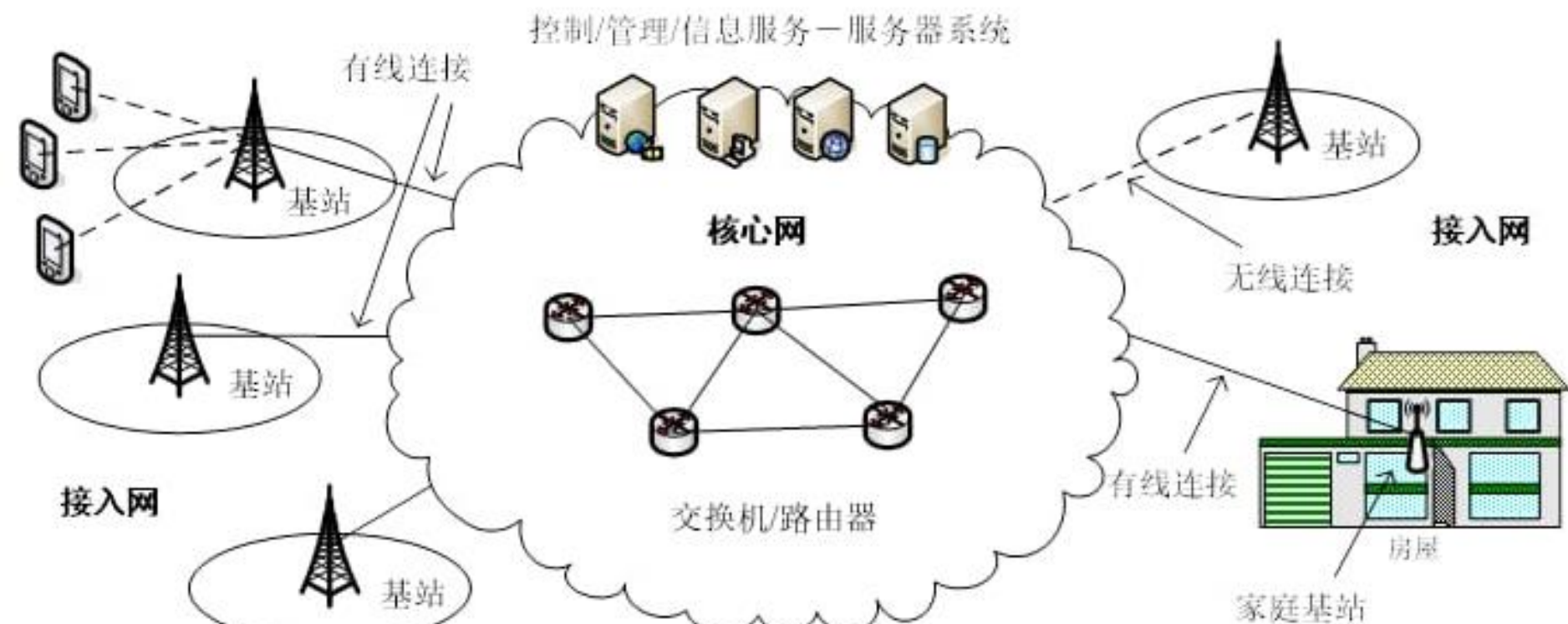


# 移动通信网络

移动通信网络：指商用的蜂窝移动通信网络。

移动通信网络的基本结构：

- ◆ 接入网：基站/移动终端
- ◆ 核心网：网络交换设备、控制管理设备





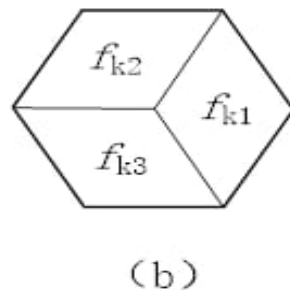
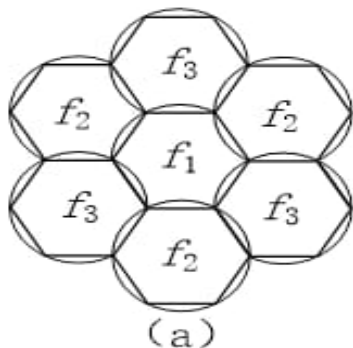
# 移动通信网络

移动通信网络的蜂窝结构：

蜂窝结构源于在平面划分的小区形状一般抽象为六角形，多个六角形再组合则构成蜂窝的形态。

六角形是实现无缝拼接的多边形中，用圆形区分时，不同区域交叠面积最小一种多边形。

在一个小区内，还可进一步划分若干个扇区，每个扇区使用不同的频率以提高小区的用户容量。







# 移动通信网络

移动通信网络的四个重要的发展阶段：

第一代（1G）是模拟的通信系统，主要采用频分多址（FDMA）技术。

第二代（2G）之后的移动通信系统都是数字通信系统。第二代移动通信系统采用时分多址（TDMA）或码分多址（CDMA）技术。

第三代（3G）移动通信系统主要基于CDMA技术。

第三代之后的演进技术（LTE）和第四代（4G）移动通信系统采用的是正交频分复用/正交频分多址（OFDM/OFDMA）技术。

5G关键技术包括：大规模天线阵列、超密集网络部署、全频谱接入方式、新型的网络架构和多址技术。5G的到来，使移动通信技术突破仅仅服务人与人之间的信息连接，而成为一个面向万物的统一连接架构和创新平台

移动通信系统的最大特点：支持漫游和移动环境下的通信。



# FDMA（频分多址）

FDMA是数据通信中的一种技术，即不同的用户分配在时隙相同而频率不同的信道上，这些频道互不交叠，其宽度应能传输一路数字话音信息，而在相邻频道之间无明显的串扰

在FDMA系统中，分配给用户一个信道，即一对频谱，一个频谱用作前向信道即基站向移动台方向的信道，另一个则用作反向信道即移动台向基站方向的信道。这种通信系统的基站必须同时发射和接收多个不同频率的信号，任意两个移动用户之间进行通信都必须经过基站的中转，因而必须同时占用2个信道(2对频谱)才能实现双工通信。

以往的模拟通信系统一律采用FDMA。频分多址(FDMA)是采用调频的多址技术。



# FDMA的优缺点

FDMA使通道容量可根据要求动态的进行交换。

FDMA频分复用的目的在于提高频带利用率。信道复用率高。

- 通常，在通信系统中，信道所能提供的带宽往往要比传送一路信号所需的带宽宽得多。因此，一个信道只传输一路信号是非常浪费的。
- 合并后的复用信号，原则上可以在信道中传输，有时再进行一次调制。
- 在接收端，可利用相应的带通滤波器（BPF）来区分各路信号的频谱。然后，再通过各自的相干解调器便可回复各路调制信号。

模拟通信中最主要的复用方式。有线和微波系统中应用广泛。

缺点：设备生产比较复杂，因滤波器件特性不够理想和信道内存在非线性，而产生路间干扰。



# TDMA (时分多址)

时分多址是把时间分割成周期性的帧(*Frame*), 每一个帧再分割成若干个时隙向基站发送信号, 在满足定时和同步的条件下, 基站可以分别在各时隙中接收到各移动终端的信号而不混扰。同时, 基站发向多个移动终端的信号都按顺序安排在预定的时隙中传输, 各移动终端只要在指定的时隙内接收, 就能在合路的信号中把发给它的信号区分并接收下来。



# TDMA的优缺点

- 每载频多路信道。*TDMA*系统形成频率时间矩阵，在每一频率上产生多个时隙，这个矩阵中的每一点都是一个信道，在基站控制分配下，可为任意一移动客户提供电话或非话业务。
- 利用突发脉冲序列传输。移动台信号功率的发射是不连续的，只是在规定的时隙内发射脉冲序列。
- 传输速率高，自适应均衡。每载频含有时隙多，则频率间隔宽，传输速率高，但数字传输带来了时间色散，使时延扩展加大，故必须采用自适应均衡技术。
- 对于新技术是开放的。例如当话音编码算法的改进而降低比特速率时，*TDMA*系统的信道很容易重新配置以接纳新技术。
- 共享设备的成本低。由于每个载频为多个客户提供服务，所以*TDMA*系统共享设备的每客户平均成本与*FDMA*系统相比是大大降低了。



# TDMA的优缺点

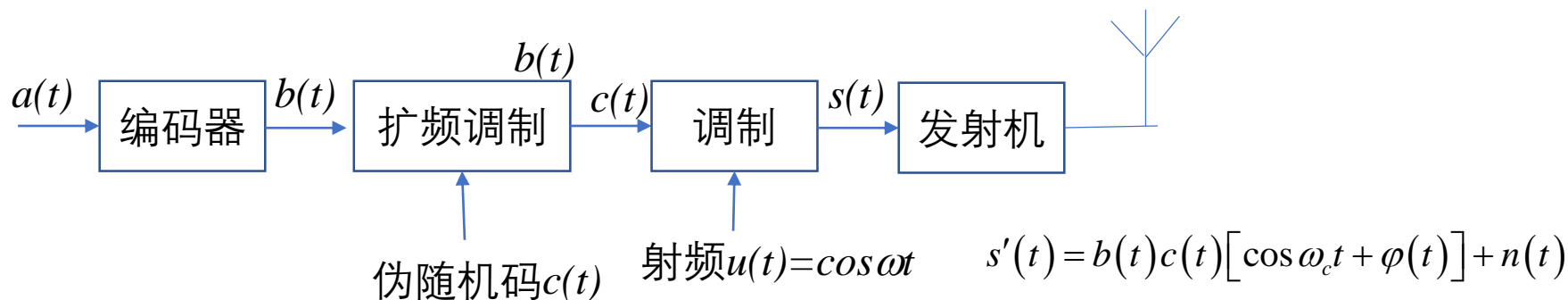
- 传输开销大。由于TDMA分成时隙传输，使得收信机在每一突发脉冲序列上都得重新获得同步。为了把一个时隙和另一个时隙分开，保护时间也是必须的。因此，TDMA系统通常比FDMA系统需要更多的开销。
- 移动台设计较复杂。它比FDMA系统移动台完成更多的功能，需要复杂的数字信号处理。



# CDMA码分多址

码分多址是在数字技术的分支--扩频通信技术上发展起来的一种崭新而成熟的无线通信技术。

*CDMA*技术的原理是基于扩频技术，即将需传送的具有一定信号带宽信息数据，用一个带宽远大于信号带宽的高速伪随机码进行调制，使原数据信号的带宽被扩展，再经载波调制并发送出去。接收端使用完全相同的伪随机码，与接收的带宽信号作相关处理，把宽带信号换成原信息数据的窄带信号即解扩，以实现信息通信。



$$z = s'(t)u'(t) = \frac{1}{2}b(t)c(t)\{\cos[2\omega_c t + 2\varphi(t)] + 1\} + n(t)\cos[\omega_c t + \varphi(t)]$$



# CDMA码分多址的优点

抗干扰能力强。这是扩频通信的基本特点，是所有通信方式无法比拟的。

宽带传输，抗衰落能力强。

由于采用宽带传输，在信道中传输的有用信号的功率比干扰信号的功率低得多，因此信号好像隐蔽在噪声中；即功率谱密度比较低，有利于信号隐蔽。

利用扩频码的相关性来获取用户的信息，抗截获的能力强。

多个用户同时接收,同时发送。





# CDMA码分多址的缺点

来自非同步CDMA网中的不同的用户的扩频序列不完全正交，从而引起多址干扰。由于使用相同的载波，许多用户共用一个信道，强信号对弱信号有着明显的抑制作用，从而产生“远——近”效应，影响用户通话。

在小区的规划问题上，虽然CDMA无需频率规划，但它的小区规划并非十分容易。由于所有的基站都使用同一个频率，相互之间存在干扰，如果小区规划做的不好，将直接影响话音质量和使系统容量打折扣，因而在进行站距、天线高度等方面的设计时应小心谨慎。

其次，在标准的问题上，CDMA的标准并不十分完善。许多标准都扔在研究试制定之中。

由于功率控制的误差所导致的系统容量的减少。



# 各种通信技术

## 鸡尾酒酒会举例：一个大厦中聚会。

频分多址就好比把聚会大厅分成一个个小房间，房间里面的双方可以很清楚的听到对方讲话，但是这种方式的缺点也很明显，就是能够容纳的客人太少了，只有20个房间就把大厅占满了，其他人都没法进场了啊；

时分多址就是在频分多址的基础上，规定每个房间的人只能连续讲10分钟的话，超过10分钟就要让给下一对儿，等下次轮到你了，你再占用这个房间讲话。通过这种方式，可以有更多的人参加到酒会里来，只要间隔时间（例子中的10分钟）在你可以忍受的范围内，那么就不会有什么问题；

CDMA即码分多址是指，大家都在大厅里，没有小房间了，大厅里可以容纳很多很多人，但是，你和张三说中国话，Alice和Bob说英文，cici和coco说意大利语，虽然大家都叽叽喳喳的说着话，但是你还是可以很清楚的听明白张三说的什么，因为你只能听懂中国话，听不懂英文和意大利语，就把其他语言当成噪音直接过滤掉了。

# 概要



## 通信网技术

通信网络

典型通信网络

云计算

物联网

# 云计算



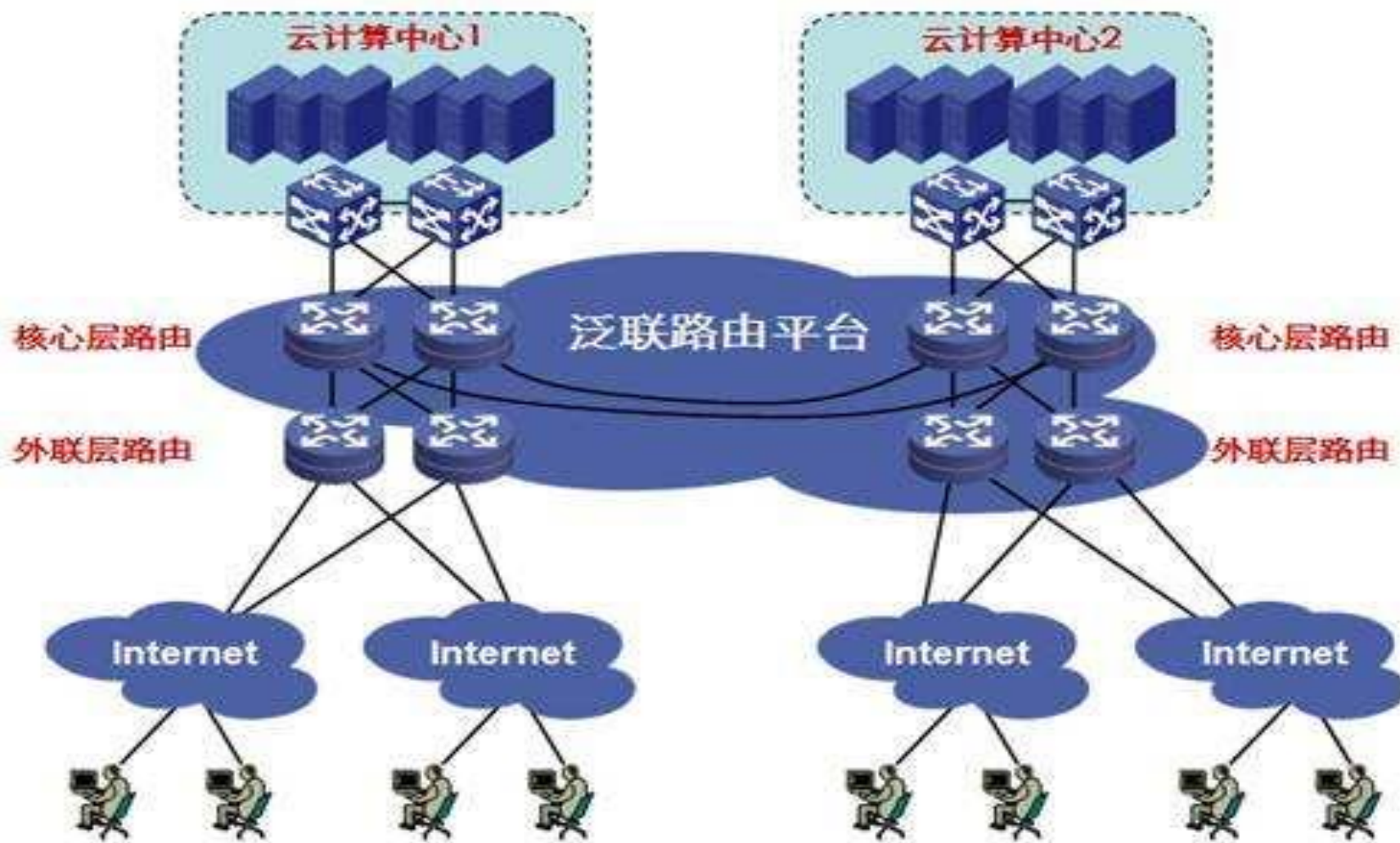
云计算的概念是由*Google*提出的，这是一个美丽的网络应用模式。

狭义云计算是指*IT*基础设施的交付和使用模式，指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需的资源；广义云计算是指服务的交付和使用模式，指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需的服务。这种服务可以是*IT*和软件、互联网相关的，也可以是任意其他的服务，它具有超大规模、虚拟化、可靠安全等独特功效。

云计算的核心思想，是将大量用网络连接的计算资源统一管理和调度，构成一个计算资源池向用户按需服务。

*Cloud Computing*的一个核心理念就是通过不断提高“云”的处理能力，进而减少用户终端的处理负担，最终使用户终端简化成一个单纯的输入输出设备，并能按需享受“云”的强大计算处理能力！

# 云计算



# 云计算



云计算的基本原理是，通过使计算分布在大量的分布式计算机上，而非本地计算机或远程服务器中，企业数据中心的运行将更与互联网相似。这使得企业能够将资源切换到需要的应用上，根据需求访问计算机和存储系统。

云计算的特点是提供了最可靠、最安全的数据存储中心，用户不用再担心数据丢失、病毒入侵等麻烦；对用户端的设备要求最低，使用起来也最方便；可以轻松实现不同设备间的数据与应用共享；为我们使用网络提供了几乎无限多的可能。



# 概要



## 通信网技术

通信网络

典型通信网络

云计算

物联网



# 物联网

物联网是新一代信息技术的重要组成部分。物联网的英文名：*Internet of Things (IOT)*，也称为*Web of Things*。顾名思义，物联网就是“物物相连的互联网”。



1999年麻省理工学院Ashton教授最早提出。

这有两层意思：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间，进行信息交换和通信。



因此，物联网的定义是：通过射频识别（*RFID*）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物体与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现对物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。其目的是实现物与物、物与人，所有的物品与网络的连接，方便识别、管理和控制。

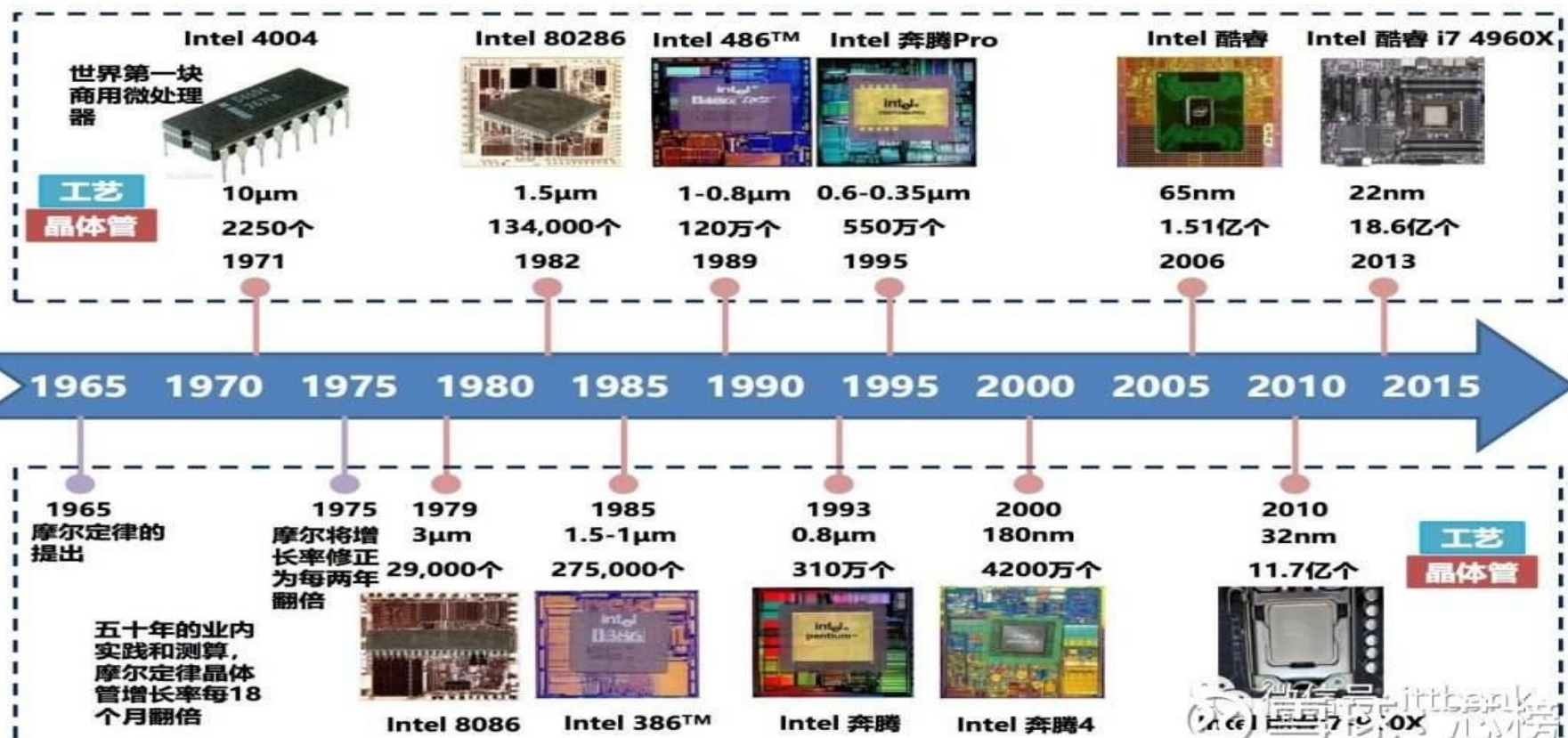


# 物联网



计算机和互联网技术的迅速发展，深刻的改变着人们的生活方式。

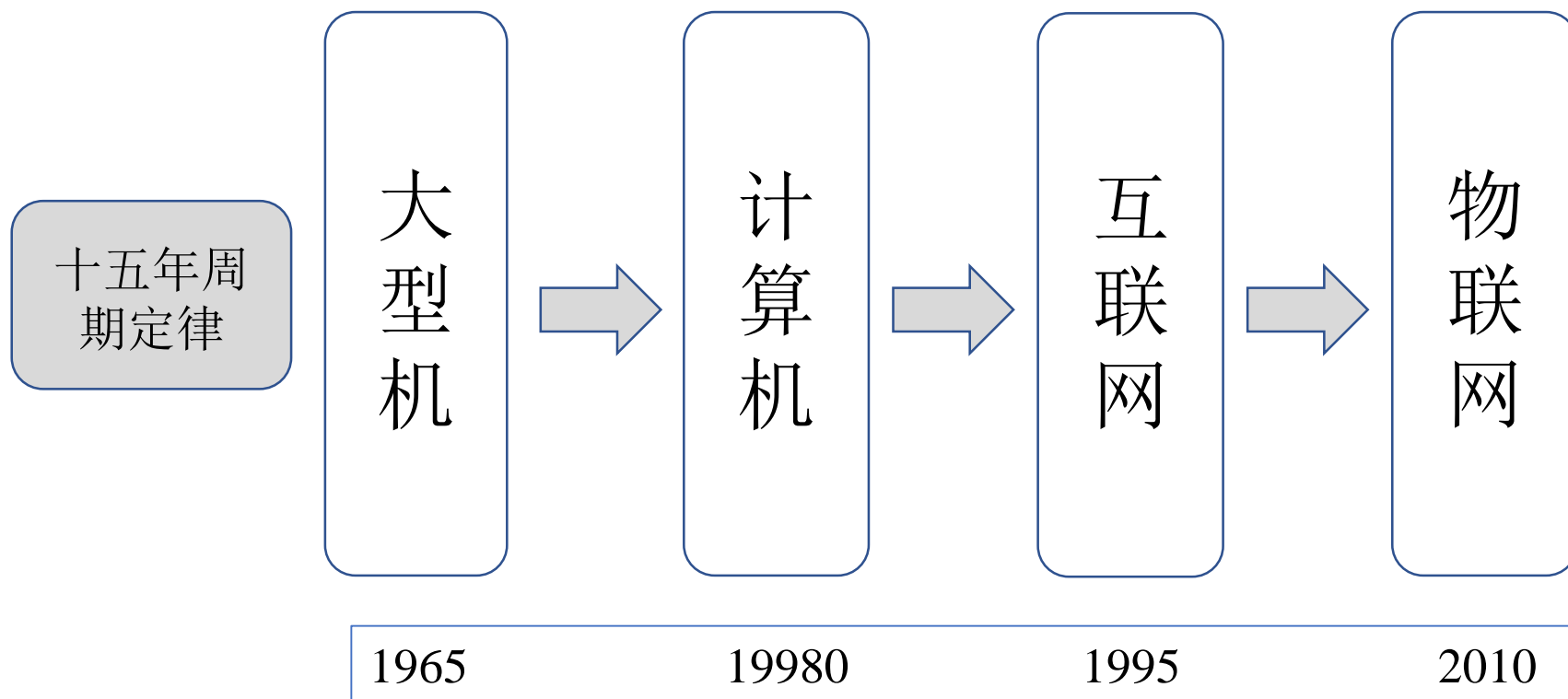
1965年戈登.摩尔提出摩尔定律，认为芯片发展每18个月就要翻一番。



# 物联网



根据IBM前首席执行官郭士纳的观点，计算模式每隔15年发生一次变革——十五年周期定律。





# 物联网的发展概况

**互联网**是指将两台计算机或者是两台以上的计算机终端、客户端、服务端通过计算机信息技术的手段互相联系起来的結果，人们可以与远在千里之外的朋友相互发送邮件、共同完成一项工作、共同娱乐。

**移动互联网**是人依靠移动终端实现移动终端与移动终端、固定终端两辆互聯，实现人与人的通信；

**物联网**是依靠固定和移动网络实现物与物之间的两两互聯，不需要人的参与就可以智能运转。

移动互联网和物联网都是互联网的延伸，  
知识一个向自由发展，一个向自然发展，  
一个是由静及动，一个是由人及物。



# 智慧地球

**智慧地球——**智能地球。就是把感应器嵌入、装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等物体中，物体之间普遍连接，并于互联网整合起来，实现人类社会与物理世界的整合。

在这个整合的网络中，存在超级计算机对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实时的管理和控制。在此基础上，人类可以以更加精细和动态的方式管理生产和生活，达到“智慧”状态，提高资源利用率和生产力水平，改善人和自然之间的关系。



# 智慧尘埃——森林防火系统

在森林中布满无数只微小的电子传感器，他们构成一个网络，时刻监视整个森林的每一个角落；发现火情，自动告警。这些微小的传感器，就是加州大学伯克利分校的Kristofer Pister教授和他的助手们研发的“智慧尘埃”（Smart dust）

这些被称为“尘埃”的装置极其微小，只相当于几颗沙粒那么大（不到5毫米见方），然而却极具智慧，能够同时测量温度、湿度、光照度等诸多环境参数。每一粒“尘埃”本身就是一个微处理器，能够独立收集、处理和收发信息；“尘埃”之间能够相互通信。

倘若环境温度和光照度急剧升高，或湿度急剧下降，便意味着“可能什么东西着火了！”但是，一粒“尘埃”“发现情况”或许不足为信，它还要与周围“尘埃”沟通，相互核实真伪。要知道，一个区域众多“尘埃”同时进行此项工作，多重求证，具有很高的准确性和可靠性。

火情一经确认，“尘埃”便经由监视通信网自动向森林管理者发出火警。



# 智慧尘埃——森林防火系统

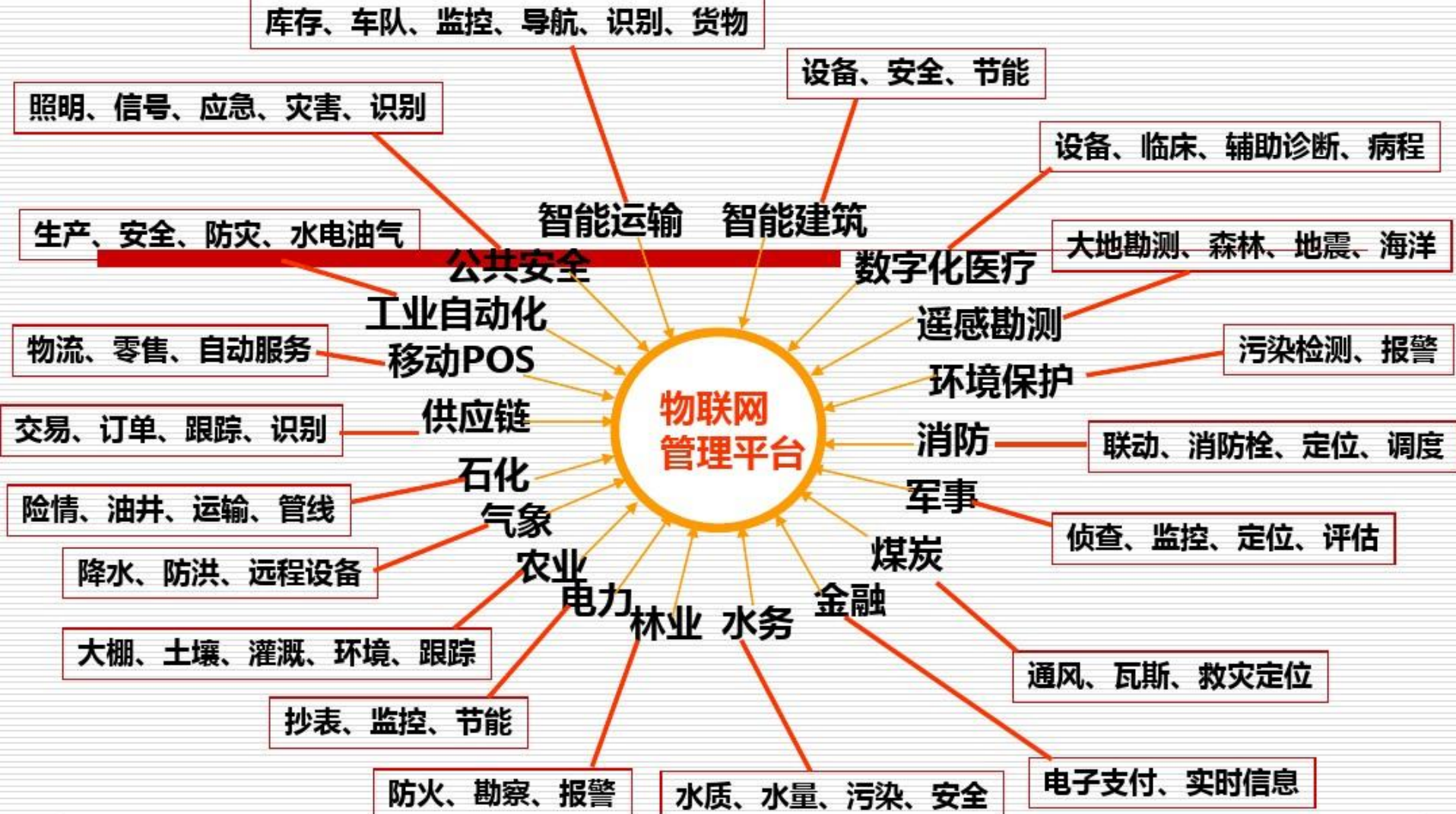
Accenture实验室高级研究员Chad Burkey表示：“其实这个夏天基本原理非常简单，用飞机或其他什么方式将“尘埃”（微型传感器）喷洒到森林中，如漫天大雪，纷纷扬扬。一旦”着陆“，在树上，在花丛、灌木丛中，在地面上，每一粒“尘埃”便自动确定自己的位置坐标，同时与周围”尘埃“建立通信联络，一个巨大的、覆盖了整个森林的无线监视、通信网即刻形成。接下来，”尘埃“立即投入工作，依据各自的软件程序，测量特定环境参数。

当然，Accenture系统距离实际应用还有一段距离，还有大量艰苦工作要做。“尘埃”体积还需要进一步缩小，目前体积约为100立方毫米（即不到5毫米见方），需要缩小至1毫米见方。这些工作有望在3-5年内完成



# 物联网





前景：物联网用途广泛,遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。有专家预测，**10**年内物联网就可能大规模普及。美国咨询研究机构**Forrester**预测，到**2020**年，全球物联网的业务与现有的人人互联业务之比将达到**30:1**，因此，“**物联网**”被称为是**下一个万亿级的通信业务**。根据预测，到**2035**年前后，我国的传感网终端将达到数千亿个，到**2050**年，传感器将在生活中无处不在。





# 物联网体系架构

## 感知层

- 全面感知
- 利用RFID, 传感器、二维码等能够随时随地采集物体的动态信息。

## 网络层

- 可靠传输
- 通过网络将感知的各种信息进行实时传送

## 应用层

- 智能处理
- 利用计算机技术对海量的数据进行信息控制, 真正的达到了人与物的沟通, 物与物的沟通。

# 感知层



功能：物联网的感知层主要完成信息的采集、转换和收集。

组成：传感器（或控制器）、短距离传输网络。传感器（或控制器）用来进行数据采集及实现控制；短距离传输网络将传感器收集的数据发送到网关或将应用平台控制指令发送到控制器。

关键技术：主要为传感器技术和短距离传输网络技术。



# 网络层

功能：主要完成信息传递和处理。

组成：两个部分：接入单元、接入网络。

- 接入单元：是连接感知层的网桥，它汇聚从感知层获得的数据，并将数据发送到接入网络。
- 接入网络：即现有的通信网络，包括移动通信网、有线电话网、有线宽带网等。通过接入网络，人们将数据最终传入互联网。

关键技术：包含了现有的通信技术，如移动通信技术、有线宽带技术、公共交换电话网（PSTN）技术、Wi-Fi通信技术，也包含了终端技术，如实现传感网与通信网结合的网桥设备、为各种行业终端提供通信能力的通信模块等。



# 应用层

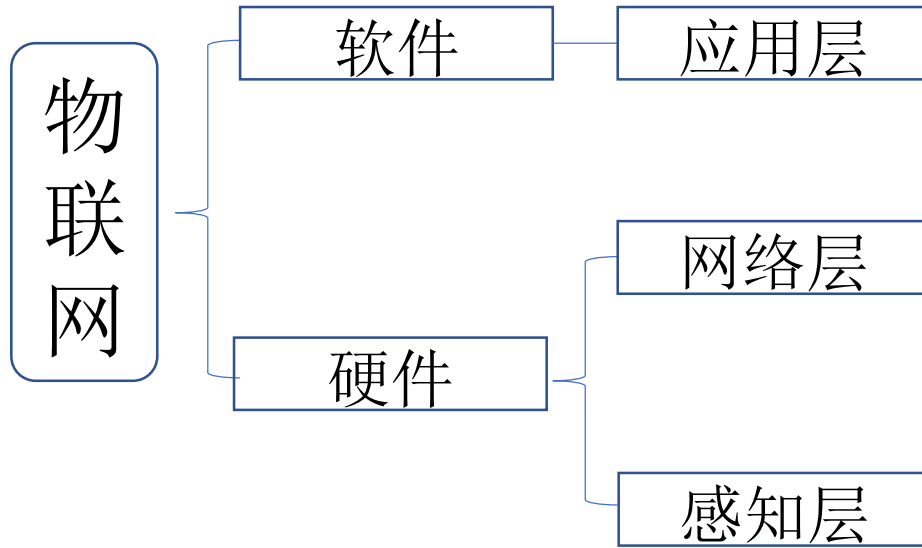
功能：主要完成数据的管理和数据的处理，并将这些数据与各行业应用的结合。

组成：包括两部分：物联网中间件、物联网应用。

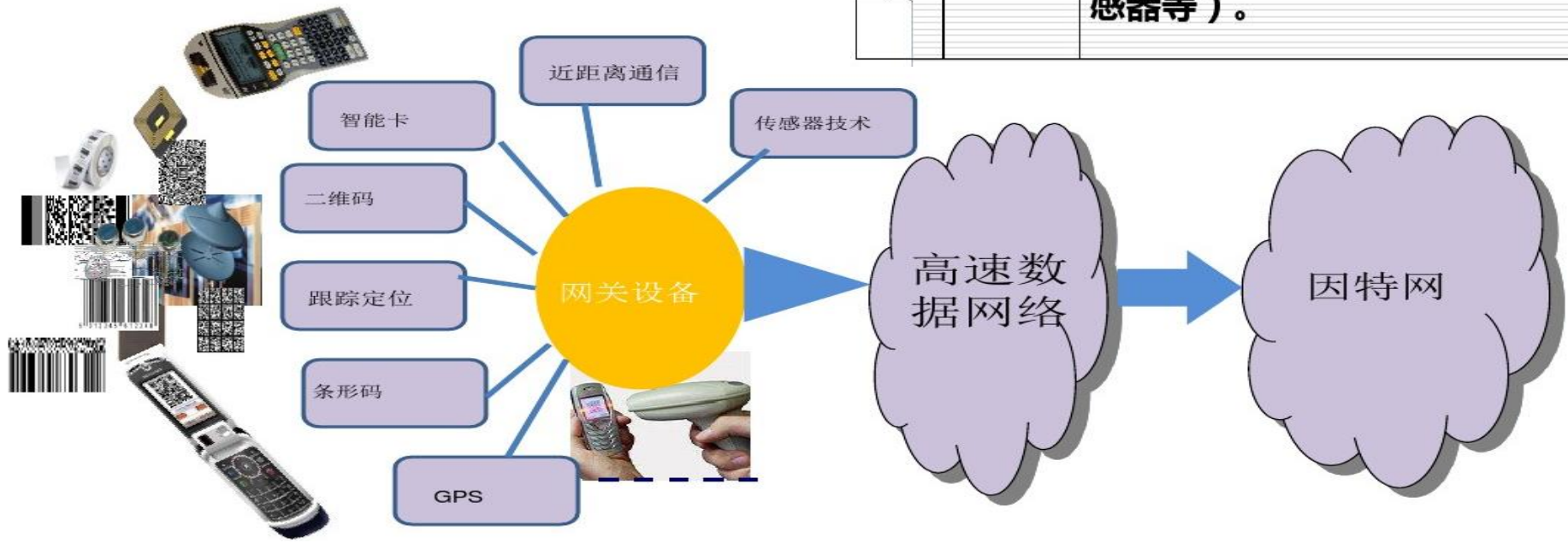
- 物联网中间件是一种独立的系统软件或服务程序。中间件将许多可以共用的能力进行统一封装，提供给丰富多样的物联网应用。
- 应用：物联网应用是用户直接使用的各种应用。主要包括家庭物联网应用，如家电智能控制、家庭安防等；企业和行业应用，如石油监控应用、典礼抄表、车载应用、远程医疗等。

关键技术：主要是基于软件的各种数据处理技术，此外云计算技术作为海量数据的存储、分析平台，也将是物联网应用层的重要组成部分。

# 物联网整体架构



软件	应用层	完成信息的分析处理和决策，以及实现或完成待定的智能化应用和服务任务，以实现物与物、人与物之间的识别与感知，发挥智能作用。
	网络层	承担信息的传输（无线传感器、移动网、固网、互联网、广电网等）。
硬件	感知层	承担信息的采集（通过智能卡、RFID电子标签、各种物理量传感器等）。





# 感知层的技术

- 1) 传感器技术
- 2) 射频识别 (RFID) 技术
- 3) 微机电系统 (MEMS)
- 4) GPS技术
- 5) 二维码技术
- 6) 无线传感器网络 (WSN) 技术
- 7) 蓝牙技术(Bluetooth)
- 8) ZigBee无线接入技术





# 网络层的技术

- 1) Internet, (因特网, 又叫做国际互联网)。
- 2) 通信网
  - ①移动电话网络 (GPRS/CDMA/GSM/3G网络)
  - ②广电网络
  - ③NGB广域网络



# 应用层的技术

- 1) M2M
- 2) 云计算
- 3) 人工智能
- 4) 数据挖掘
- 5) 物联网中间件





# 关键技术和难点

RFID和EPC技术	物联网中让物品“开口说话”的关键技术，物联网中，通过EPC编码，RFID标签上存储着规范而具有互用性的信息，通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统，实现物品（商品）的识别
传感控制技术	在物联网中，传感控制技术主要负责接收物品“讲话”的内容。传感控制技术是关于从自然信源获取信息，并对之进行处理、变换和识别的一门多学科交叉的现代科学与工程技术，它涉及传感器、信息处理和识别的规划设计、开发、制造、测试、应用及评价改进等活动
无线网络技术	物联网中，物品与人的无障碍交流，必然离不开高速、可进行大批量数据传输的无线网络。无线网络既包括允许用户建立远距离无线连接的全球语音和数据网络，也包括为近距离的蓝牙技术和红外技术
组网技术	组网技术就是网络组建技术，分为以太网组网技术和ATM局域网组网技术，也可分为有线、无线组网，在物联网中，组网技术起到“桥梁”的作用，其中应用最多的是无线自组网技术，它可将分散的节点在一定范围之内自动组成一个网络，来增加各采集节点获取信息的渠道。除了采集到的信息外，该节点还能获取一定范围内的其他节点采集到的信息，因此在该范围内节点采集到的信息可以统一处理，统一传送，或者经过节点之间的相互“联系”后，它们协商传送各自的部分信息
人工智能技术	人工智能是研究使计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为（如学习、推理、思考、规划等）的技术。在物联网中，人工智能技术主要负责将物品“说话”的内容进行分析，从而实现计算机自动处理

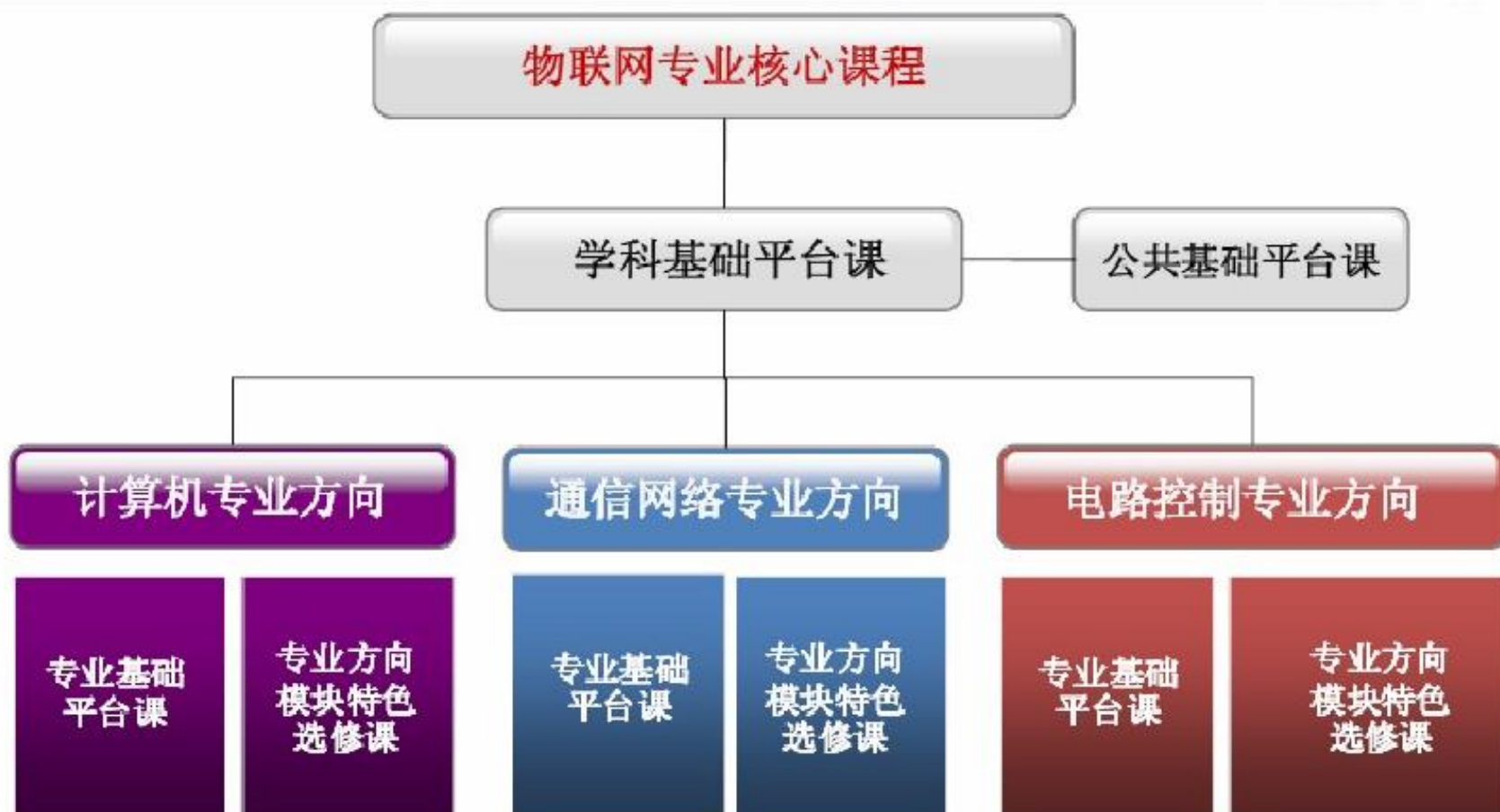


# 应用难点

技术标准问题 (接入协议种类 繁多)	世界各国存在不同的标准，中国信息技术标准化技术委员会于2006年成立了无线传感器网络标准项目组。2009年9月，传感器网络标准组正式成立了PG1(国际标准化)、PG2(标准体系与系统架构)、PG3(通信与信息交互)、PG4(协同信息处理)、PG5(标识)、PG6(安全)、PG7(接口)和PG8(电力行业应用调研)等8个专项组，开展具体的国家标准的制定工作
数据安全问题	信息采集频繁，其数据安全必须重点考虑
IP地址问题	每个物品都需要在物联网中被寻址，就需要一个地址。物联网需要更多的IP地址，IPv4资源即将耗尽，那就需要IPv6来支撑。IPv6协议已经从实验室走向了应用阶段
产业链整合	物联网建设所需要的自动控制、传感技术、射频识别等技术和产业虽已基本成熟，但要实现上下游产业链的联动，横向联系，实现跨专业联合，绝非易事！



# 核心课程



# 作业



1. 设想一个物联网应用场景，根据物联网体系架构描述其中涉及的技术，展现该物联网设计的具体应用。