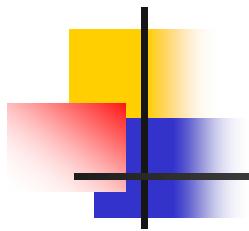




无线网

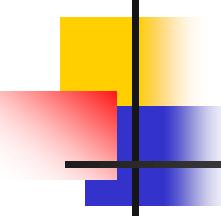
郝卫东



1.2 无线网

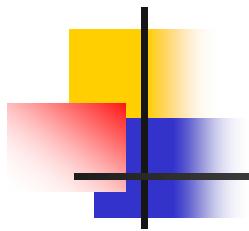
■ 重点

- 无线网络的分类（按作用距离分、按是否有基站分、按一跳还是多跳分）（纲领性知识点）
- ZigBee及其应用
- 无线LAN通信及其组网
- 移动通信网的组网及与Internet的关系



无线网

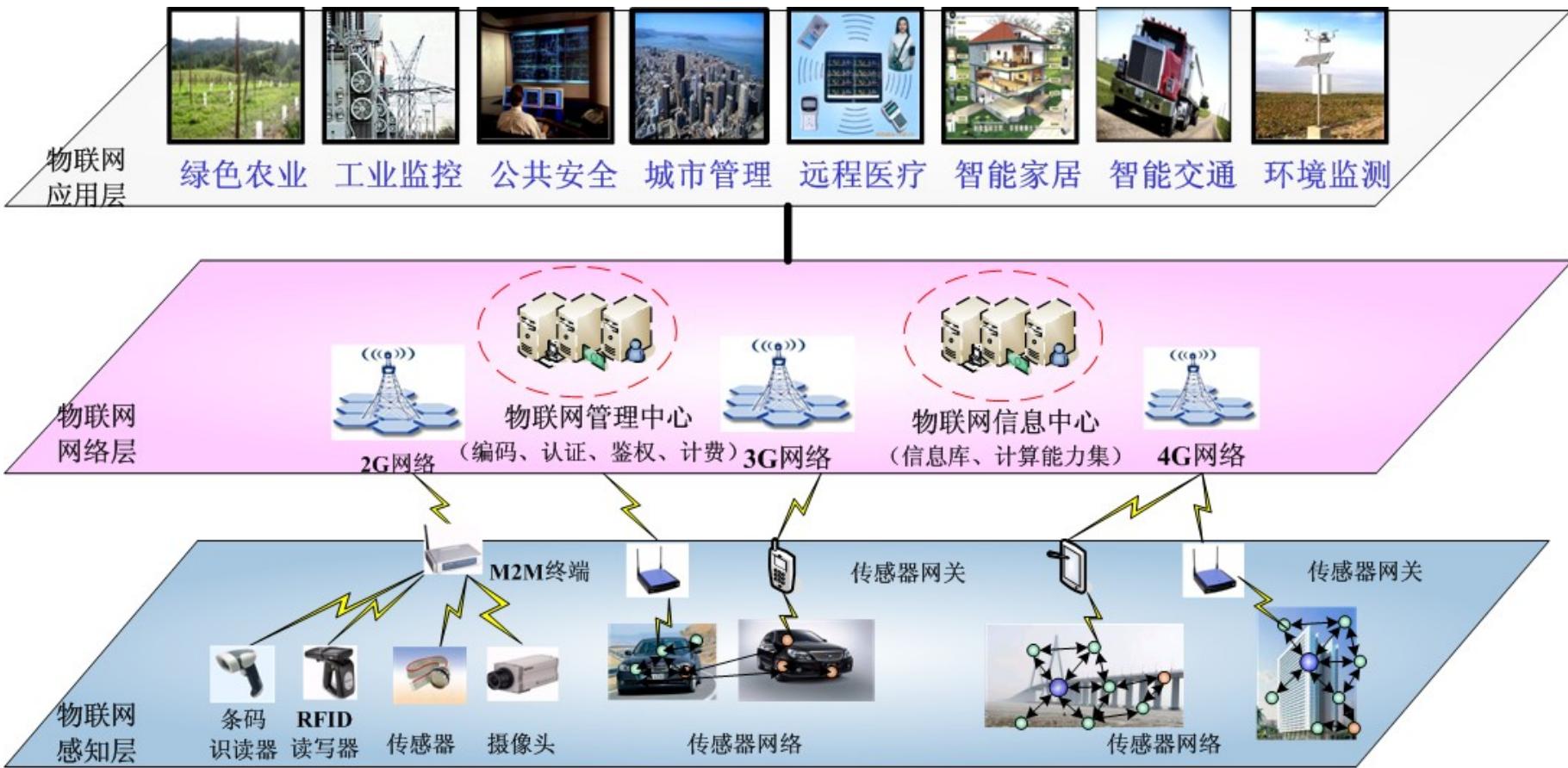
- 导言
- ZigBee
- Bluetooth
- 超宽带 (UWB)
- 60 GHz通信
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网

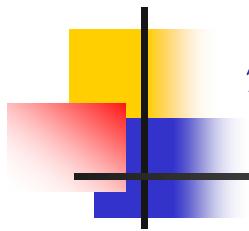


万物互联呼唤无线网的发展

- 无线个人通信实现在任何地点、任何时候、与任何人进行通信并获得信息。
- 这与物联网“**无处不在**”的概念正相契合。因此随着无线通信技术的发展，物联网的普及之路将变得更加清晰。
- **移动通信网络**实现全局端到端物联网通信，而**短距离无线通信**主要关注建立局部范围内临时性的物联网通信。

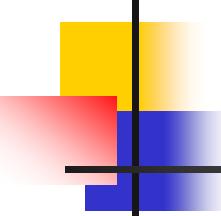
物联网三层体系结构





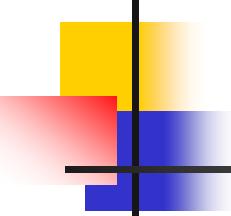
物联网三层体系结构

- 目前在业界物联网体系架构大致被公认为有三个层次：
 - 底层是用来感知数据的**感知层**,
 - 第二层是数据传输的**网络层**,
 - 最上面则是**内容应用层**



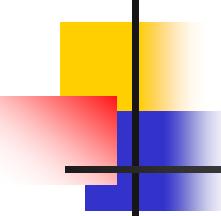
感知层

- 感知层的功能是识别物体，采集信息。
- 感知层包括二维码标签和识读器、RFID标签和读写器、摄像头、GPS、M2M终端、无线传感器网络等。
- 感知层是实现物联网全面的感知的核心能力，是物联网中包括关键技术、标准化方面、产业化方面亟待突破的部分。
- 感知层目前待解决的关键问题在于具备更精确、更全面的感知能力，并解决低功耗、小型化和低成本的问题。



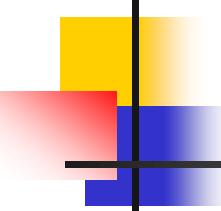
网络层

- 网络层的功能是信息传递和处理。
- 网络层包括移动通信与互联网的融合网络、物联网管理中心和物联网信息中心等。
- 网络层将感知层获取的信息进行传递和处理，类似于人体结构中的神经中枢和大脑。广泛覆盖的移动通信网络是实现物联网的基础设施，是物联网三层中标准化程度最高、产业化能力最强、最成熟的部分。
- 网络层目前待解决的关键问题在于为物联网应用特征进行优化和改进，形成协同感知的网络。



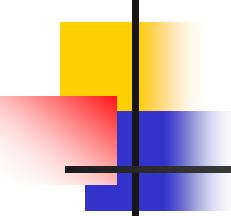
应用层

- 应用层是物联网的“社会分工”——与行业需求结合，实现广泛智能化。
- 应用层是物联网与行业专业技术的深度融合，与行业需求结合，实现行业智能化，这类似于人的社会分工，最终构成人类社会。
- 应用层包括的范围广泛，比如绿色农业、工业监控、公共安全、城市管理、远程医疗、智能家居、智能交通、环境监测等。
- 应用层提供丰富的基于物联网的应用，是物联网发展的根本目标。
- 应用层目前待解决的关键问题在于行业融合、信息资源的开发利用、低成本高质量的解决方案、信息安全的保障以及有效的商业模式的开发。



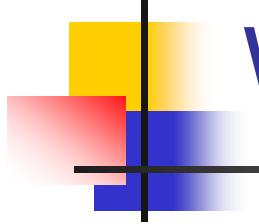
无线网的分类——按作用距离

- 无线广域网(WWAN, Wireless Wide Area Network)、
- 无线城域网(WMAN, Wireless Metropolitan Area Network)、
- 无线局域网(WLAN, Wireless Local Area Network)的技术
- 无线个域网 (WPAN, Wireless Personal Area Network)
- 无线体域网 (WBAN, Wireless Body Area Network)
- 近场通信 (Near Field Communication, NFC) ,
又称近距离无线通信



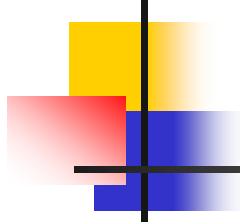
WPAN

- 无线个域网（WPAN，Wireless Personal Area Network）是一种采用无线连接的个人局域网。
- WPAN的工作范围一般是在**10米以内**。
- 支持无线个人局域网的技术包括：
 - 蓝牙、
 - ZigBee、
 - 超宽带（UWB）、
 - 60GHz、
 - IrDA（红外数据组织，Infrared Data Association）、
 - HomeRF等



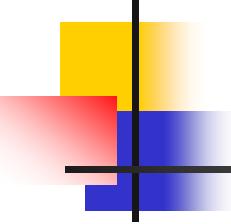
WPAN

- 2002年， IEEE 802.15 工作组成立，专门从事**WPAN**(Wireless Personal Area Network)标准化工作。
- 它的任务是开发一套适用于短程无线通信的标准(**10m左右**)



WPAN

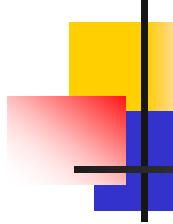
- 目前， IEEE 802.15 WPAN共拥有7个工作组：
- 任务组**TG1**：
 - 制定**802.15.1**标准,即蓝牙WPAN标准.
- 任务组**TG2**：
 - 制定**802.15.2**标准,研究802.15.1与802.11的共存问题.(为所有工作在2.4GHz频带上的无线应用建立一个标准)



WPAN

- 任务组**TG3**:

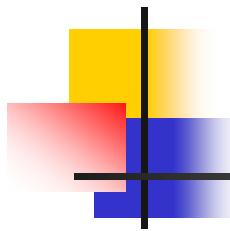
- 制定**802.15.3**标准,高数据速率WPAN工作组,适用于高质量要求的多媒体应用领域.
- 高频率的**802.15.3a**（TG3a，也被称为超宽带或UWB）、
- 高频率的**802.15.3c**（TG3c，也被称为60GHz）。
- TG3a UWB、TG3c 60GHz则支持用于多媒体的介于20 Mbps和1Gbps之间的数据传输速度



WPAN

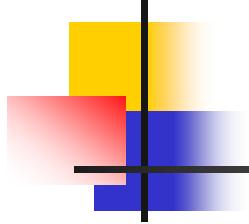
■ 任务组TG4:

- 制定**802.15.4**标准,满足低功耗、低成本的无线网络要求.制定**低数据速率**的WPAN(LR-WPAN,Low Rate- WPAN)标准.
- 因与传感器网络有许多相似之处,被认为是传感器的通信标准 (ZigBee协议的底层标准)。
- TG4 ZigBee针对低电压和低成本家庭控制方案提供**20 Kbps或250 Kbps**的数据传输速度



任务组TG5

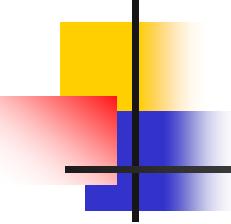
- 无线个域网mesh网络标准——IEEE802.15.5。
- 无线mesh网络（Wireless Mesh Network, WMN）包含在很多无线网络中
 - 比如Wifi(802.11),
 - 比如PAN(802.15),
 - 比如WMAN(802.16)



无线 mesh 网络(WMN)作为“最后一公里”宽带无线接入非常重要的技术之一,IEEE 802 的相关标准组就制定了一系列 WMN 的 PHY 层和 MAC 层相关技术标准,以满足各种网络业务的需要。目前,WMN 标准已经出现在 IEEE 802.11 s^[1]、802.15^[2]、802.16^[3]、802.20^[4] 中,如表 1 所示。

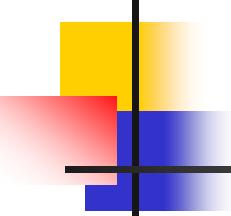
表 1 IEEE 802 系列无线 mesh 网络标准比较

内容	802.11 s	802.15.5	802.16e
频带	2.4 GHz/5 GHz	2.4 GHz、902 ~ 928 MHz/ 2400 ~ 2483.5 MHz	2 ~ 66 GHz
物理层标准	802.11a/b/g	802.15.3/802.15.4	802.16a
覆盖范围	几百米	10 m 以内	1.5 ~ 5 km
对象	LAN	PAN	MAN
mesh 网络结构	基础设施, 终端设备网络结构	树型结构, 微微网结构	PMP 结构, 结合基于回程的 WiMAX 的 mesh 结构
mesh 路由协议	混合无线网状网协议 HWMP, 无线感知优化链路状态路由协议 RA-OLSR	树路由, mesh 路由	路由集中调度和 路由分布式调度



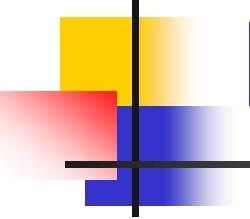
任务组TG6

- 该IEEE 802.15.6标准（**体域网**）定义了一种传输速率最高可达10Mbps、最长距离约3公尺的连接技术。
- 不同于其他短距离、低功耗无线技术，新标准特别考量在人体上或人体内的应用



体域网

- 身动感测网络（英文：Body Area Network，缩写：BAN）是由可穿戴或可嵌入设备组成的网络。
- 由于这些设备通过无线技术进行通信，所以体域网也叫无线体域网（WBAN）。
- 体域网最新的国际标准是IEEE802.15.6标准，在医疗、保健、消费类电子等多个领域应用前景广阔。



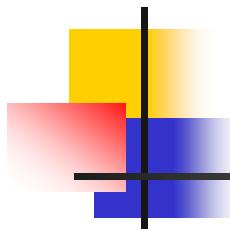
IEEE802.15.7标准

- IEEE802.15.7标准
 - OPTICAL COMMUNICATION USING VISIBLE LIGHT
 - 使用可见光的小范围无线光通信
- IEEE802.15.7定义可见光通信(VISIBLE LIGHT COMMUNICATION,VLC)的标准,
 - 主要是对调制方案和调光支持的研究;
 - MAC 层为异质业务提供了混合接入方式(混合接入的建模和性能评价)

IEEE 802.15技术标准

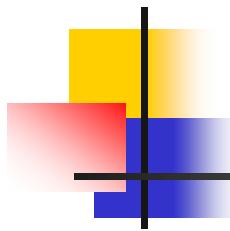
- 结构简单、数据率低、通信距离近、功耗低、成本低，广泛用于工业、办公和家庭自动化及农作物

802.15 子工作组	工作内容	802.15 子工作组	工作内容
802.15.1	蓝牙 1.x 版	802.15.8	邻居对等意识
802.15.2	WLAN 与 WPAN 共存	802.15.9	安全密钥管理
802.15.3	高速数据率	802.15.10	第 2 层路由
802.15.3a	超宽带(UWB)	Sgrfid	RFID 的应用
802.15.4	低数据速率及 ZigBee	Sgsru	频谱资源使用
802.15.5	网状网络(Mesh)	SGthz	T 赫兹
802.15.6	医疗用无线体域网	Igdep	增强可靠性
802.15.7	可见光通信		



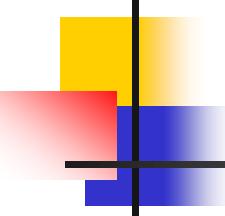
短距离无线通信

- 什么是短距离无线通信？一般来讲，短距离无线通信的主要特点为
 - 通信距离短，覆盖距离一般在10~200m，
 - 无线发射器的发射功率较低，发射功率一般小于100mW，
 - 工作频率多为免付费、免申请的全球通用的工业、科学、医学（Industrial, Scientific and Medical, **ISM**）频段



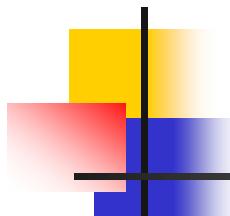
短距离无线通信的**ISM**频率

- ZigBee : 2.4GHz
- 蓝牙： 2.4GHz
- 超宽带： (3.1~10.6) GHz
- 60GHz通信： (59~64) GHz



分类

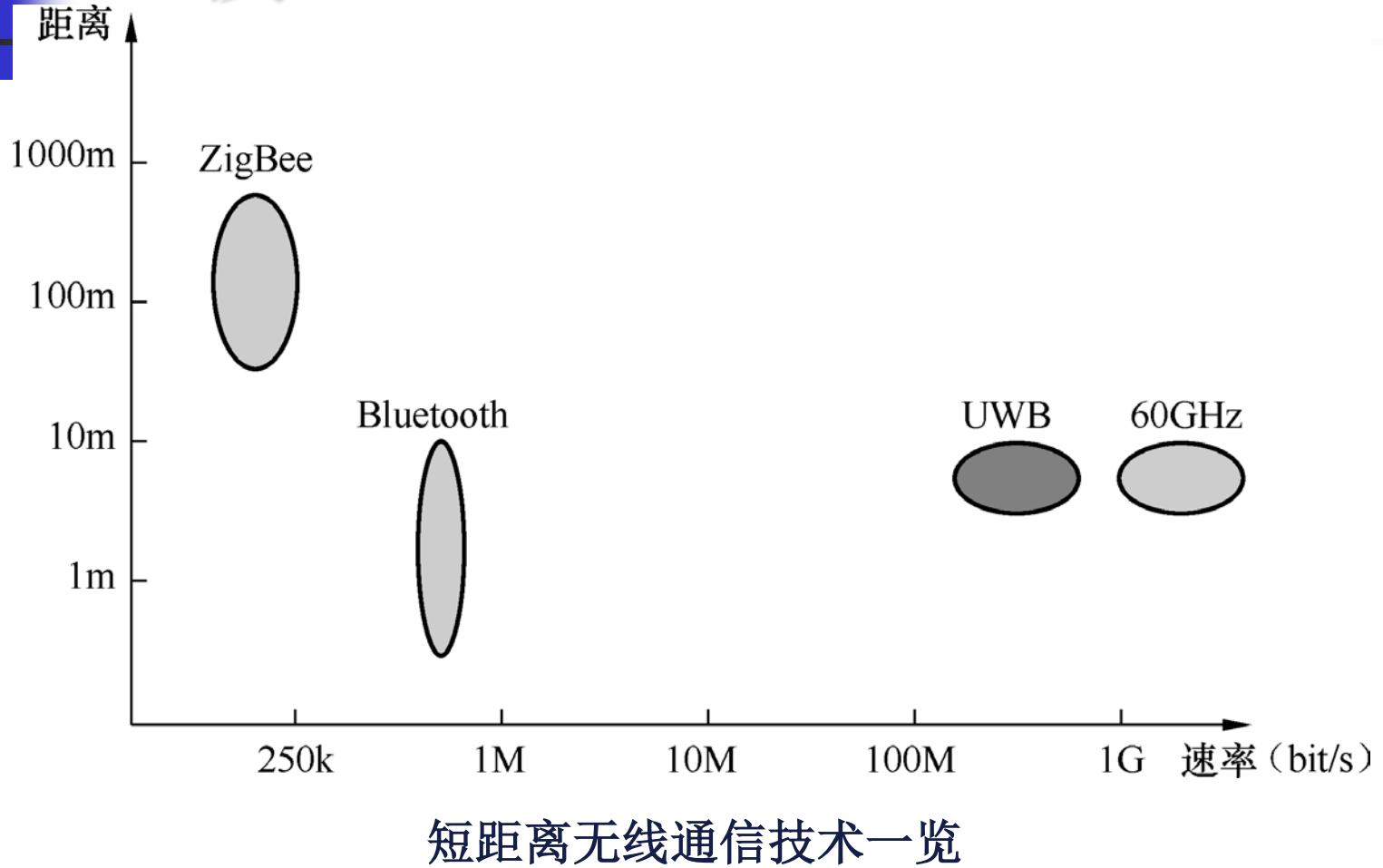
- 从数据速率可分为高速短距离无线通信和低速短距离无线通信两类：
- **高速**：最高数据速率高于100Mbit/s，通信距离小于10m。
 - 典型技术有高速UWB和60GHz
- **低速**：最低数据速率低于1Mbit/s，通信距离低于100m。
 - 典型技术有ZigBee、低速UWB、蓝牙

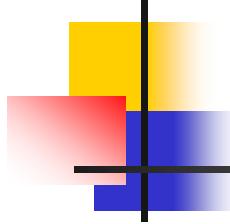


短距离无线通信

- 1 ZigBee (250kbit/s)
- 2 Bluetooth (1Mbit/s)
- 3 UWB (500Mbit/s)
- 4 60 GHz (1000Mbit/s)

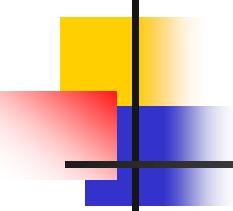
比较





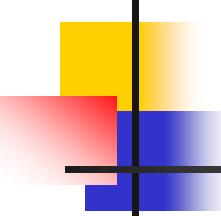
应用场景

- ZigBee技术和蓝牙可以用来实现智能家居；
- 而UWB和60GHz无线通信技术可以在10m范围内传输无压缩的高清视频数据



中长距离物联网通信

- 由于WWAN、WMAN、WLAN的地理覆盖范围比WPAN广，因此称为**中长距离物联网通信**。
 - 无线广域网(WWAN, Wireless Wide Area Network)、
 - 无线城域网(WMAN, Wireless Metropolitan Area Network)、
 - 无线局域网(WLAN, Wireless Local Area Network)的技术。

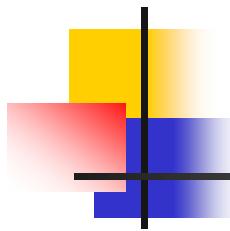


近场通信

- 近场通信（Near Field Communication, NFC），又称近距离无线通信，是一种短距离的高频无线通信技术，允许电子设备之间进行非接触式点对点数据传输（在十厘米内）交换数据。
- 这个技术由免接触式射频识别（RFID）演变而来，并向下兼容RFID，最早由Sony和Philips各自开发成功，主要用于手机等手持设备中提供M2M(Machine to Machine)的通信。
- 由于近场通讯距离短，因此具有天然的安全性，因此，NFC技术被认为在手机支付等领域具有很大的应用前景。

近场通信

	NFC	蓝牙	红外
网络类型	点对点	单点对多点	点对点
使用距离	$\leq 0.1\text{m}$ (主动-被动模式) $\approx 0.2\text{ m}$ (主动-主动模式)	$\leq 10\text{m}$	$\leq 1\text{m}$
速度	106/212/424 kbps, 规划速率 可达868 kbps/721 kbps/115kbps	2.1 Mbps	$\sim 1.0\text{ Mbps}$
建立时间	$< 0.1\text{s}$	6s	0.5s
安全性	具备， 硬件实现	具备， 软件实现	不具备， 使用IRFM 时除外
通信模式	主动-主动或 主动-被动	主动—主动	主动—主动
成本	低	中	低



近场通信

- 在主动-被动模式，即通信一端为带电源的主动设备（如笔记本、一体机、手机等），而另一端为无源的被动设备，如银行卡、门禁卡等智能卡，其通信距离小于10cm。
- 在主动-主动模式，即通信两端都为带电源的主动设备，其通信距离也仅为20cm.

Apple Pay

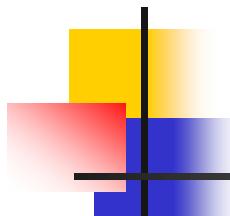


NFC刷门禁



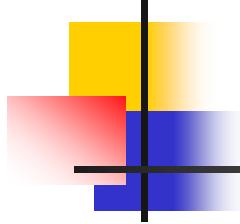
NFC刷公交





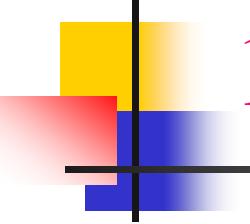
无线物联网通信

- 导言
- ZigBee
- Bluetooth
- 超宽带 (UWB)
- 60 GHz通信
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网



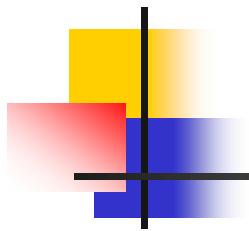
第一节 ZigBee

- 1. ZigBee的来源与优势
- 2. ZigBee的协议架构
- 3. ZigBee技术在物联网中的应用



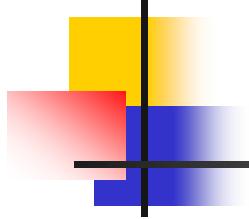
1. ZigBee的来源与优势

- ZigBee技术的名字来源于蜂群使用的赖以生存和发展的通信方式。
- 这一名称来源于蜜蜂的8字舞，蜜蜂(bee)是靠飞翔和“嗡嗡”(zig)地抖动翅膀的“舞蹈”来与同伴传递花粉所在方位信息，也就是说蜜蜂依靠这样的方式构成了群体中的通信网络
- ZigBee, 在中国被译为“紫蜂”技术



1. ZigBee的来源与优势

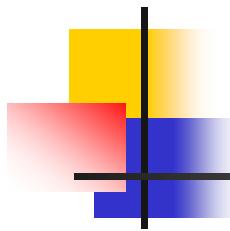
- ZigBee是基于IEEE 802.15.4无线标准研制开发的。
- 802.15.4仅仅定义了物理层和MAC层（低两层协议），并不足以保证不同的设备之间可以对话，于是便有了ZigBee（高两层协议，网络层和应用层）。

- 
- ZigBee技术具有以下优势：
 - (1) 低功耗
 - ZigBee主要通过降低传输的数据量、降低收发信机的忙闲比及数据传输的频率、降低帧开销以及实行严格的功率管理机制来降低设备的功耗。

- (1) 低功耗
- 在低耗电待机模式下,2 节5 号干电池可支持1个节点工作**6~24个月**,甚至更长。这是ZigBee的突出优势。
- 相比较, 蓝牙能工作数周、WiFi可工作数小时

- (2) 工作可靠
- ZigBee采用了载波侦听多址访问/冲突避免（CSMA/CA）的信道接入方式和完全握手协议。
- MAC层采用了回复确认的数据传输机制，提高了可靠性。

- (3) 成本低
- 通过大幅简化协议(不到蓝牙的1/10),降低了对通信控制器的要求。
- 主机芯片成本低, 其他终端成本低。
- 每块芯片的价格大约为2 美元 , 蓝牙一般为4~6美元 (蓝牙低功耗模块进入0.5美元时代)
- 而且ZigBee免协议专利费



蓝牙低功耗模块进入5元时代

- 2019年报道
- 行业专家估计，考虑到出货量、汇率、税收等因素，0.5美元模组将较难在国内实现，最低大概可能做到6-7元人民币的售价

zigbee板子

阿里巴巴 <https://www.1688.com/jiage/-7A6967626565C4A3BFE9.html>

将360安全浏览器设为默认，提升打开速度，保护上网安全

确认 最近不再提示

您是不是在找： 电子模块 gprs模块 接地模块 称重模块 gps模块 语音模块 wifi模块 网络模块 zigbee无线模 更多

首单包邮 实力商家 买家保障 进口货源 支持支付宝 材质保障

综合 销量 价格 ↓ 0.0 - ¥ 最高价 起订量 0 以下 所有地区 经营模式 平均发货速度

蓝牙模块

阿里巴巴 <https://p4psearch.1688.com/p4p114/p4psearch/offer2.htm?keywords=%CC%F7%BB%D6>

综合 价格 ¥最低价 ¥最高价 “蓝牙模块价格”的热销产品

DX-BT18
无线串口透传蓝牙模块
● BLE4.2+SPP2.0
● PC、安卓、IOS
● SOC片上系统
● 超高性价比
● 人工检测
● AT指令

自主研发技术支持 送APP和小程序源代码！
BT18 蓝牙双模控制模块支持小程序...
一件代发 交期保障
¥ 7.80

DX-BT18
无线串口透传蓝牙模块
● BLE4.2+SPP2.0
● PC、安卓、IOS
● SOC片上系统
● 超高性价比
● 人工检测
● AT指令

自主研发技术支持 送APP和小程序源代码！
BT18-A蓝牙双模无线模块SPP2.0BL...
一件代发 交期保障
¥ 9.50

FEASYCOM

- 蓝牙5.0双模
- CSR8670/8675
- APTX HD CVC
- 内置天线
- 音频+数据
- 主从一体

FSC-BT806

CSR8675蓝牙APTX HD CVC 模拟...
交期保障
¥ 55.00

FEASYCOM

- 蓝牙4.2双模
- 打印机方案
- 多安卓、苹果、APP
- BQB, MFi, iap2

FSC-BT826

飞易通厂家直销高速串口4.0透传模...
¥ 22.00

惊帆科技
一站式BOM专业配单
原装正品 一站式采购 质量保证

TAP6356S

EBYTE
nRF24L01+PA+LNA
2.4G 27dBm 5000米 SPI接口

新嘉信息技术

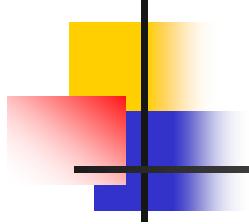
ZHANBENG

传统家电智能升级
配备APP和云服务支持

今日优选 https://dj.1688.com/ci_bb?spm=a312h.2018.new_sem.dh_002.3.75012a6e7tzDe&a=647948376&e=tDlge

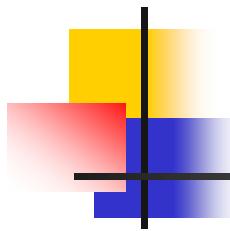
快剪辑 头条推荐 热点资讯 下载

35% 0K/s 0K/s 100%



(4) 网络容量大

- 由一个主节点管理若干子节点,最多一个主节点可管理254 个子节点;同时主节点还可由上一层网络节点管理,每个ZigBee网络最多可支持65000个节点。
- 相比而言, 对蓝牙来说, 每个网络仅可支持8个节点。



蓝牙 Mesh组网技术

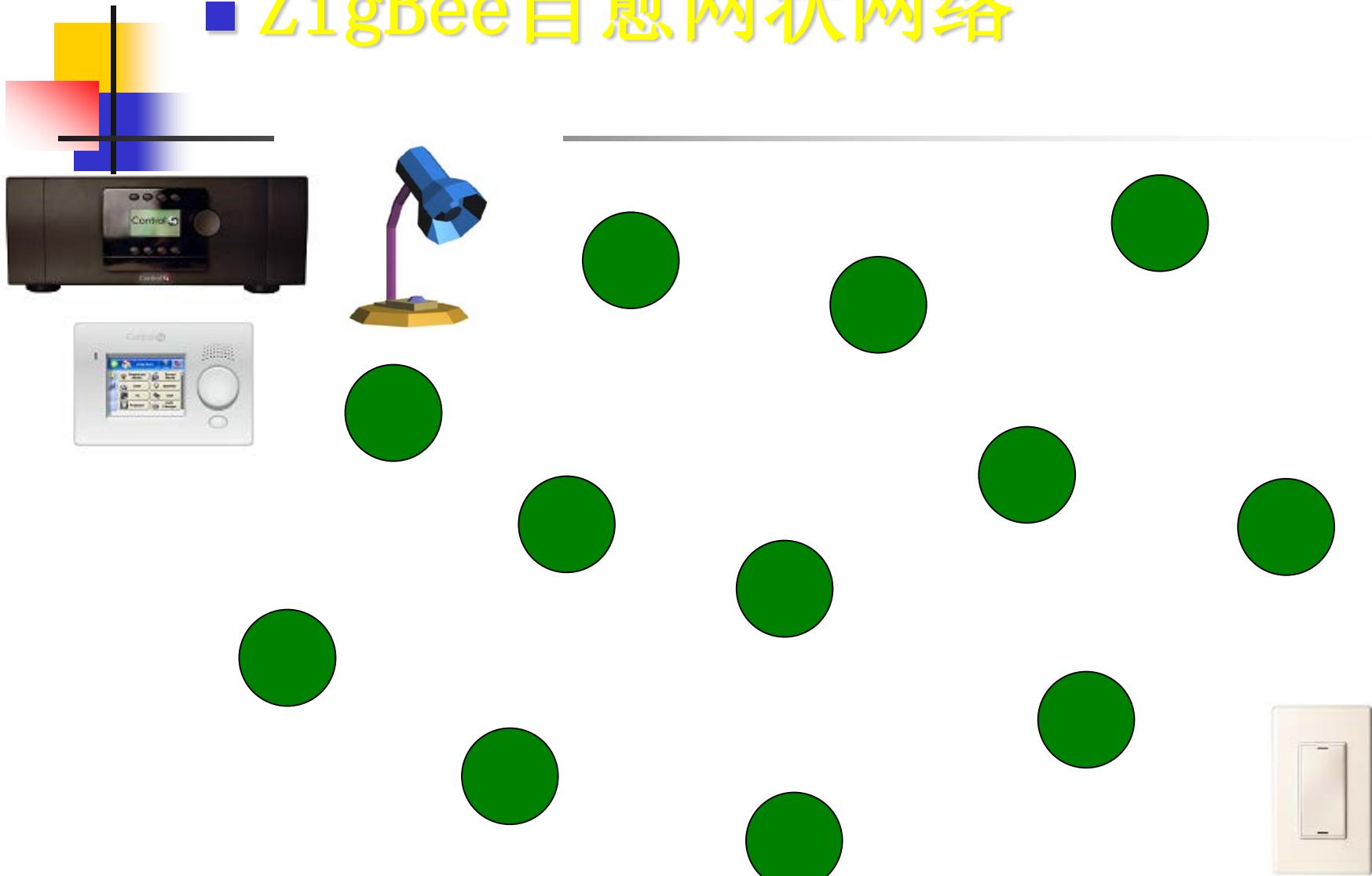
- 蓝牙 Mesh组网技术
 - 2014年由英国CSR公司实现
 - 利用星型网络和中继技术，每个网络可以连接超过65000个节点
 - 它的功耗只有Zigbee的二十分之一
 - 以广泛的普及性挑战Zigbee！

- (5) 有效范围大
- 设备之间直接通信范围一般介于10~100 m 之间,在增加RF 发射功率后,亦可增加到1~3 km。这指的是相邻节点间的距离。
- 网络可多级拓展。如果通过路由和节点间通信的接力,传输距离将可以更远。

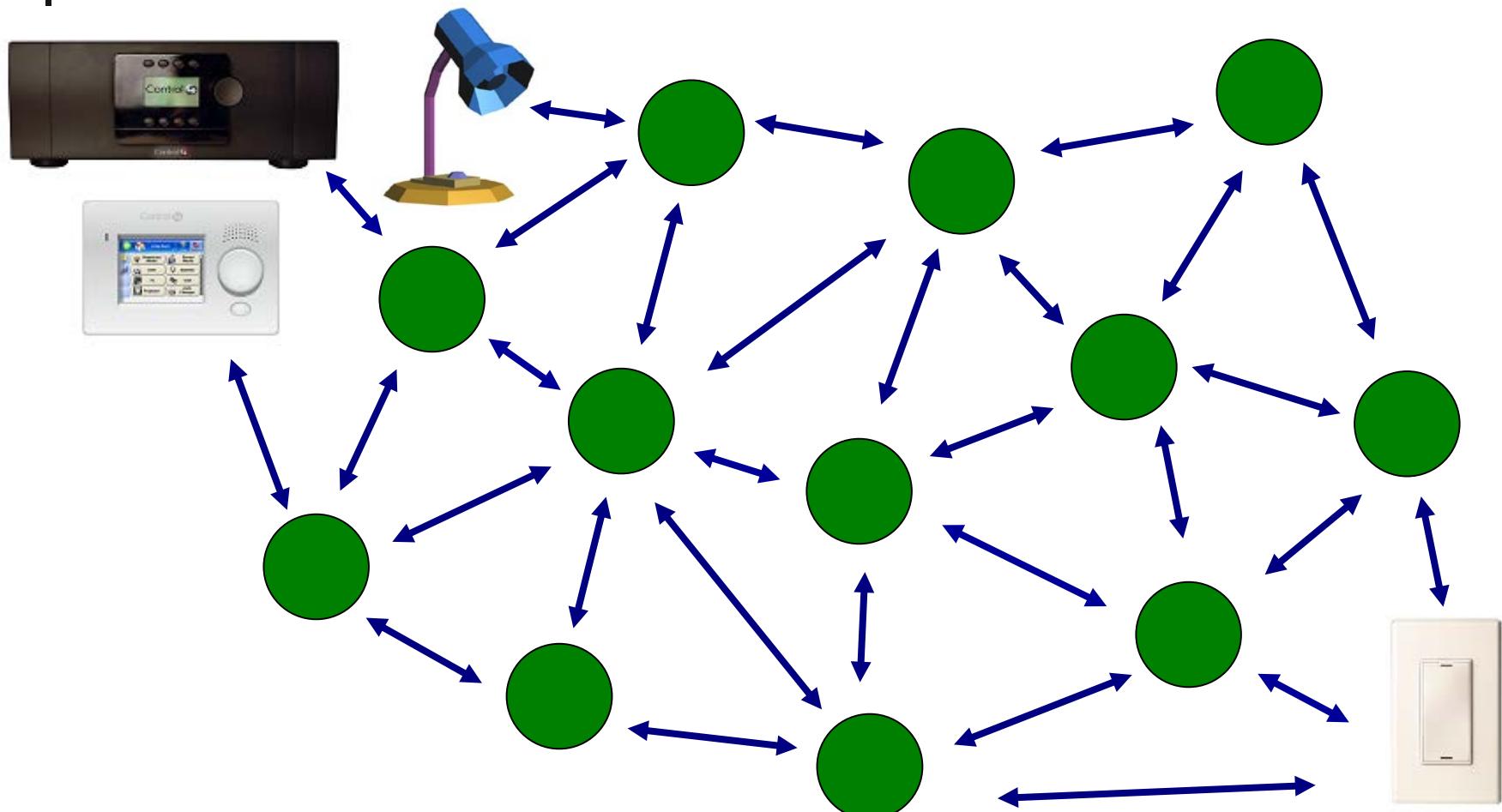
- (6) 时延短
- 对时延敏感的应用做了优化。
- ZigBee的响应速度较快,一般从睡眠转入工作状态只需15 ms ,节点连接进入网络只需30 ms ,进一步节省了电能。
- 相比较,蓝牙需要3~10 s、 WiFi 需要3 s。

- (7) 优良的拓扑能力
- ZigBee具有组成**星形、网状和簇树形**网络结构能力。还具有无线网络自愈能力。

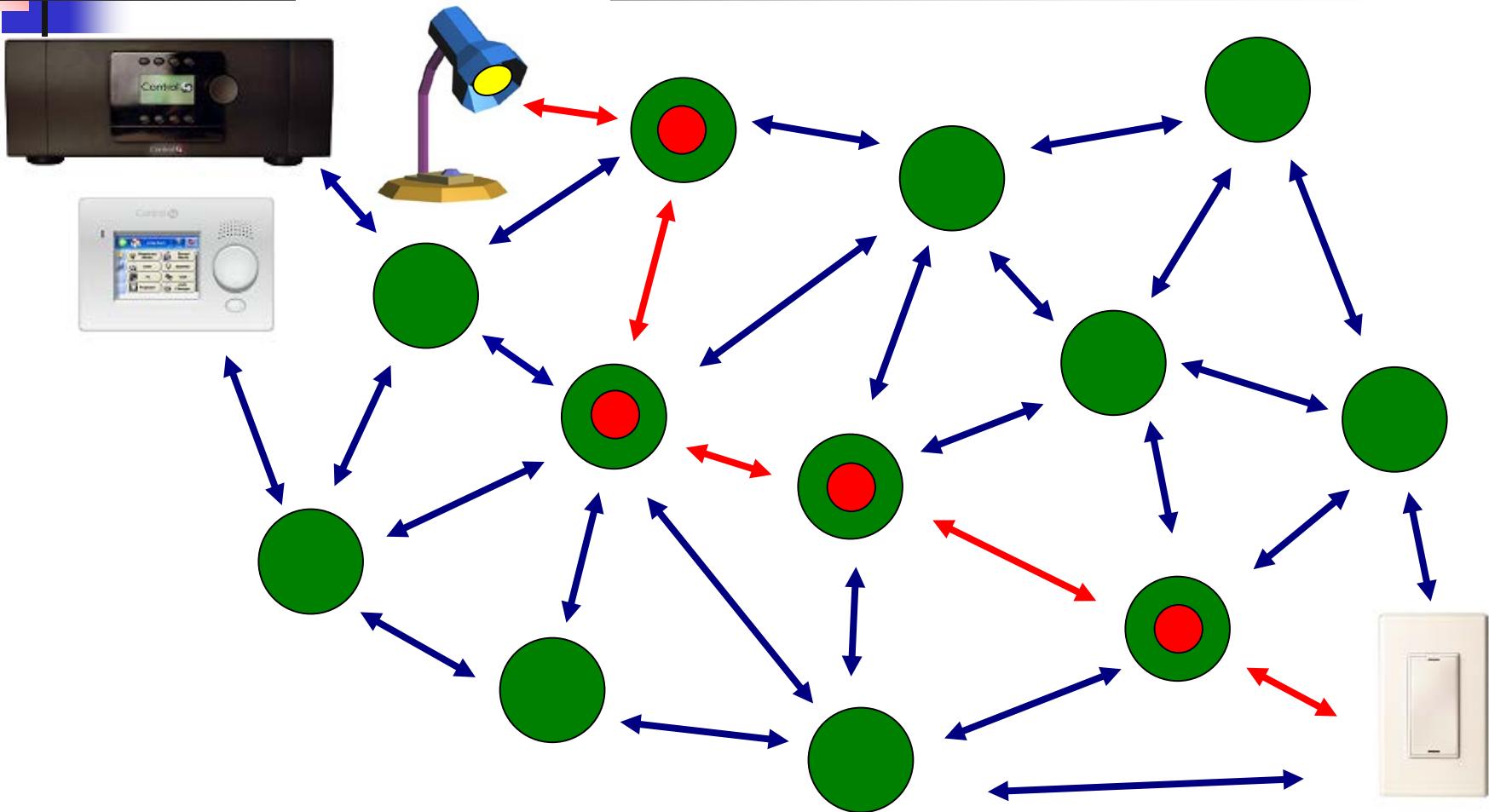
■ ZigBee自愈网状网络



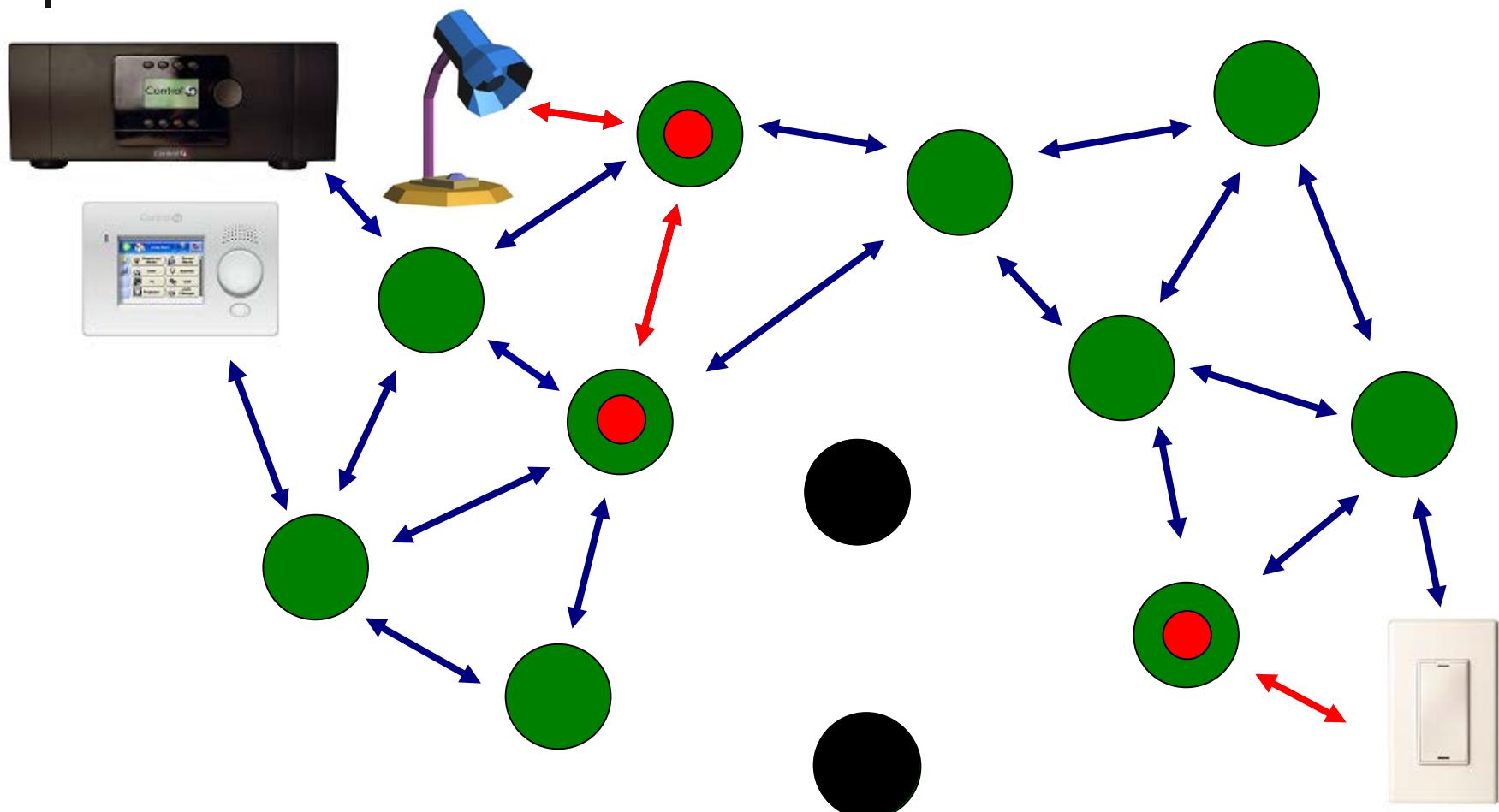
ZigBee自愈网状网络



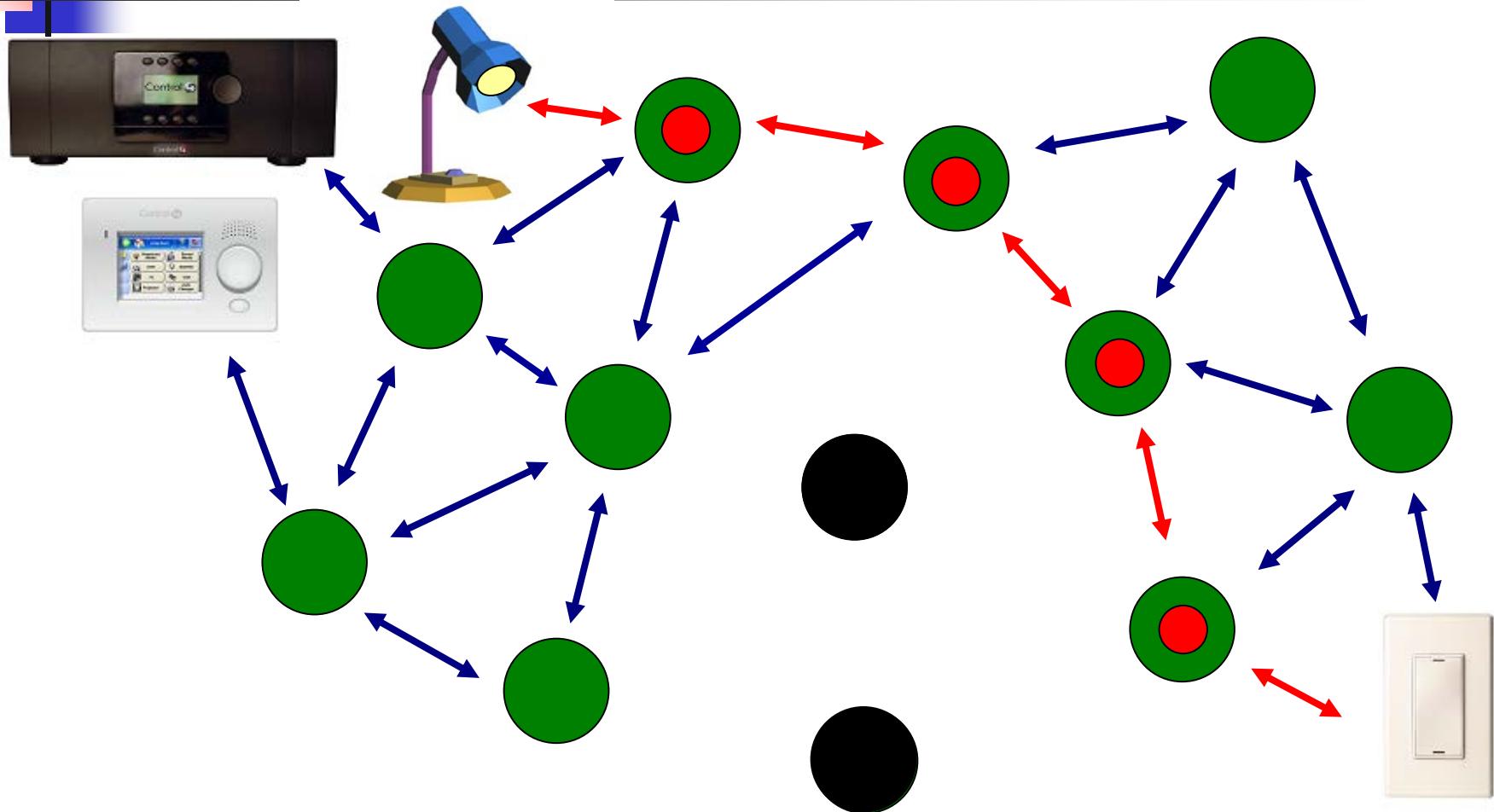
ZigBee自愈网状网络



ZigBee自愈网状网络

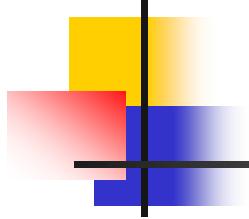


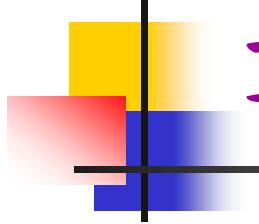
■ ZigBee自愈网状网络



- (8) 安全性较好
- ZigBee提供了数据完整性检查和鉴权能力，加密算法采用通用的**AES(高级加密标准)-128**。
(AES的基本要求是，采用**对称**分组密码体制，密钥长度的最少支持为128、192、256位)
- ZigBee提供了三级安全模式，
 - 包括无安全设定、
 - 使用访问控制列表(ACL) 防止非法获取数据
 - 采用高级加密标准(AES 128) 的对称密码

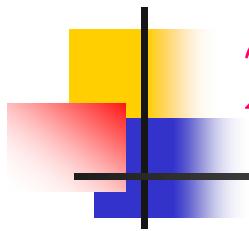
DES全称为Data Encryption Standard，即数据加密标准。
3DES（即Triple DES）是DES向AES过渡的加密算法

- 
- (9) 工作频段灵活
 - 使用的频段分别为2.4GHz(全球)、868MHz（欧洲）及915MHz（美国），均为免执照频段(ISM 频段, unlicensed ISM band)。



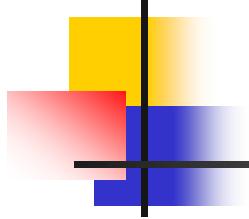
第一节 ZigBee

- 1. ZigBee的来源与优势
- 2. ZigBee的协议架构
- 3. ZigBee技术在物联网中的应用

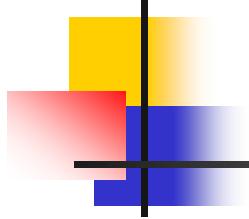


2. ZigBee的协议架构

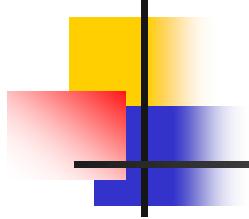
- ZigBee的网络组成和网络拓扑
- 利用ZigBee技术组成的无线个人局域网（WPAN，Wireless Personal Area Network）是一种低速率的无线个人区域网（LR-WPAN，Low Rate-WPAN）。
- LR-WPAN网状结构简单、成本低廉，具有有限的功率和灵活的吞吐量。

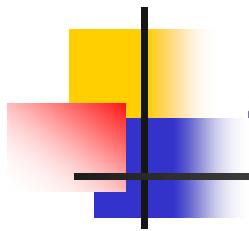
- 
- 在一个LR-WPAN网络中，可同时存在两种不同类型的设备：
 - 全功能设备（Full Functional Device, FFD）
 - 精简功能设备（Reduced Function Device, RFD）。

- FFD通常有3种状态：
 - ①作为一个**主协调器**；
 - ②作为一个**普通协调器(路由器)**；
 - ③作为一个**终端设备**。
- 一个FFD可以同时和多个RFD或多个其他的FFD通信，而**RFD只能和一个FFD进行通信**。



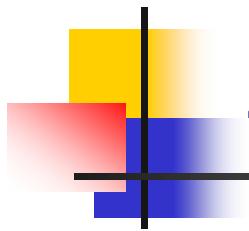
- RFID的应用非常简单，容易实现，且RFID仅需要使用较小的资源和存储空间，这样就可非常容易地组建一个低成本、低功耗的无线通信网络。

- 
- 在Zigbee网络中，节点分为三种角色：
 - 协调器（Coordinator）
 - 路由器（Router）
 - 终端节点（End-device）。



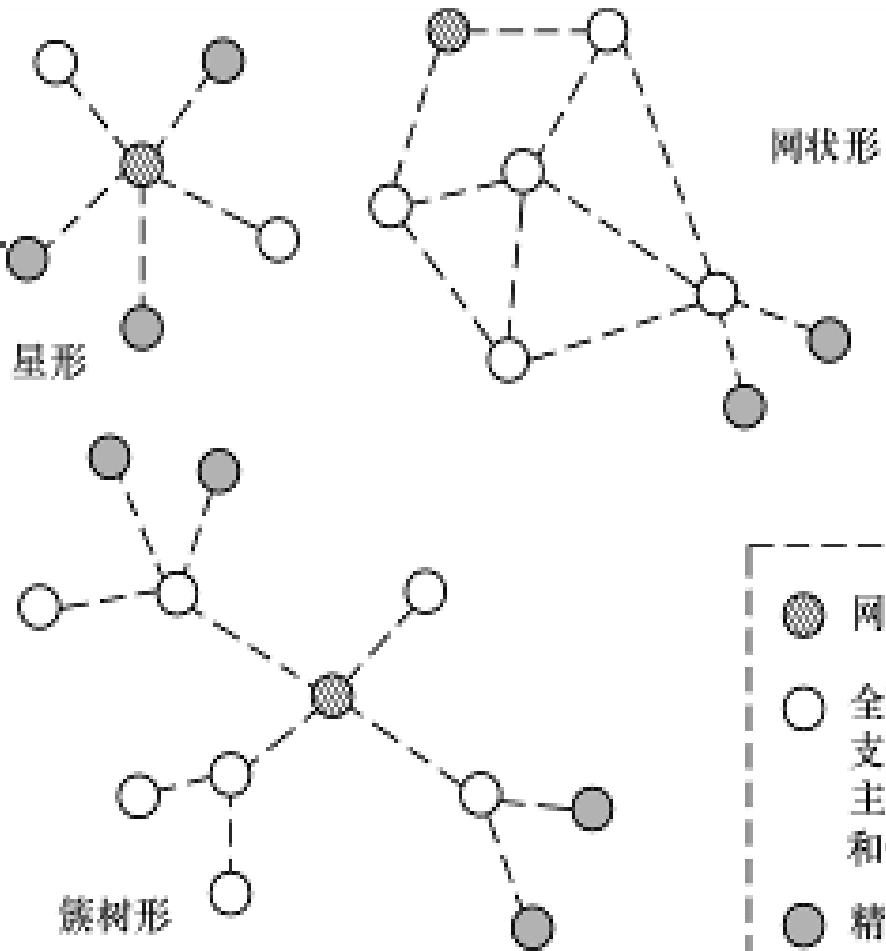
Zigbee 协调器

- Zigbee 协调器为协调节点，每个Zigbee 网络有且只能有一个。
 - 它的主要作用是初始化网络。
 - 它是3种设备中最复杂的，存储容量大、计算能力最强。



Zigbee路由器、终端节点

- Zigbee路由器为路由节点，它的作用是提供路由信息，能够将消息转发到其它设备。
- Zigbee终端节点（**RFD设备只能扮演终端节点的角色**），它没有路由功能，完成的是整个网络的终端任务。

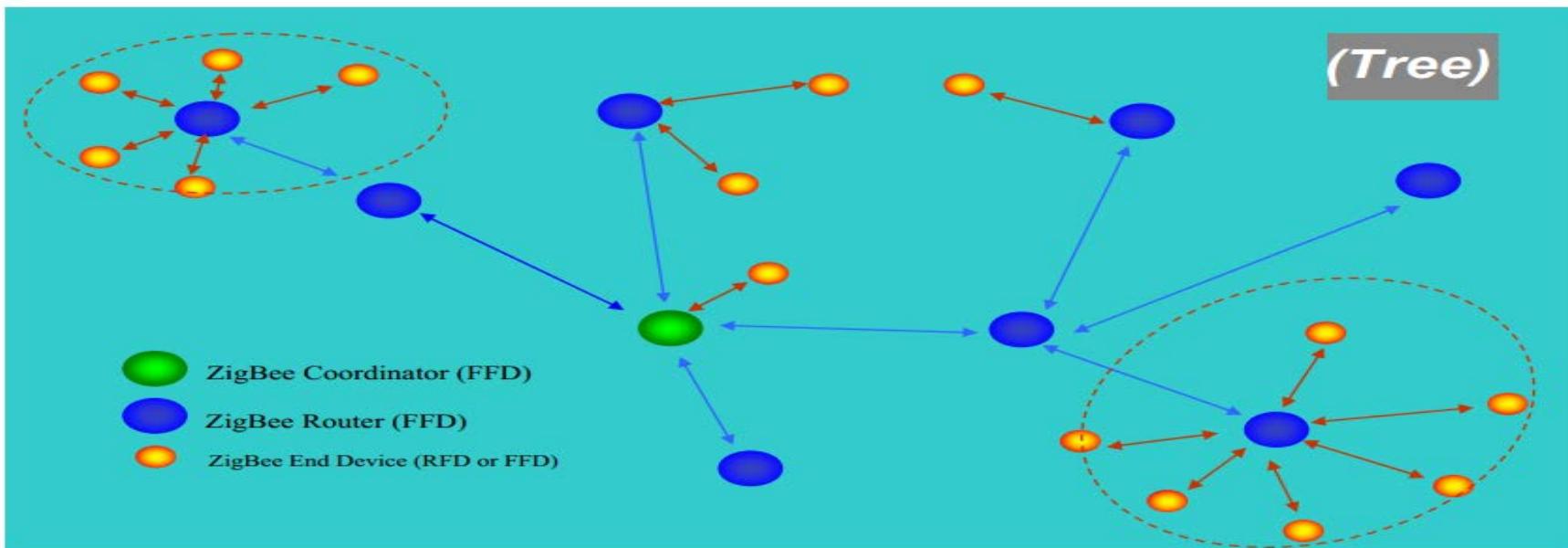
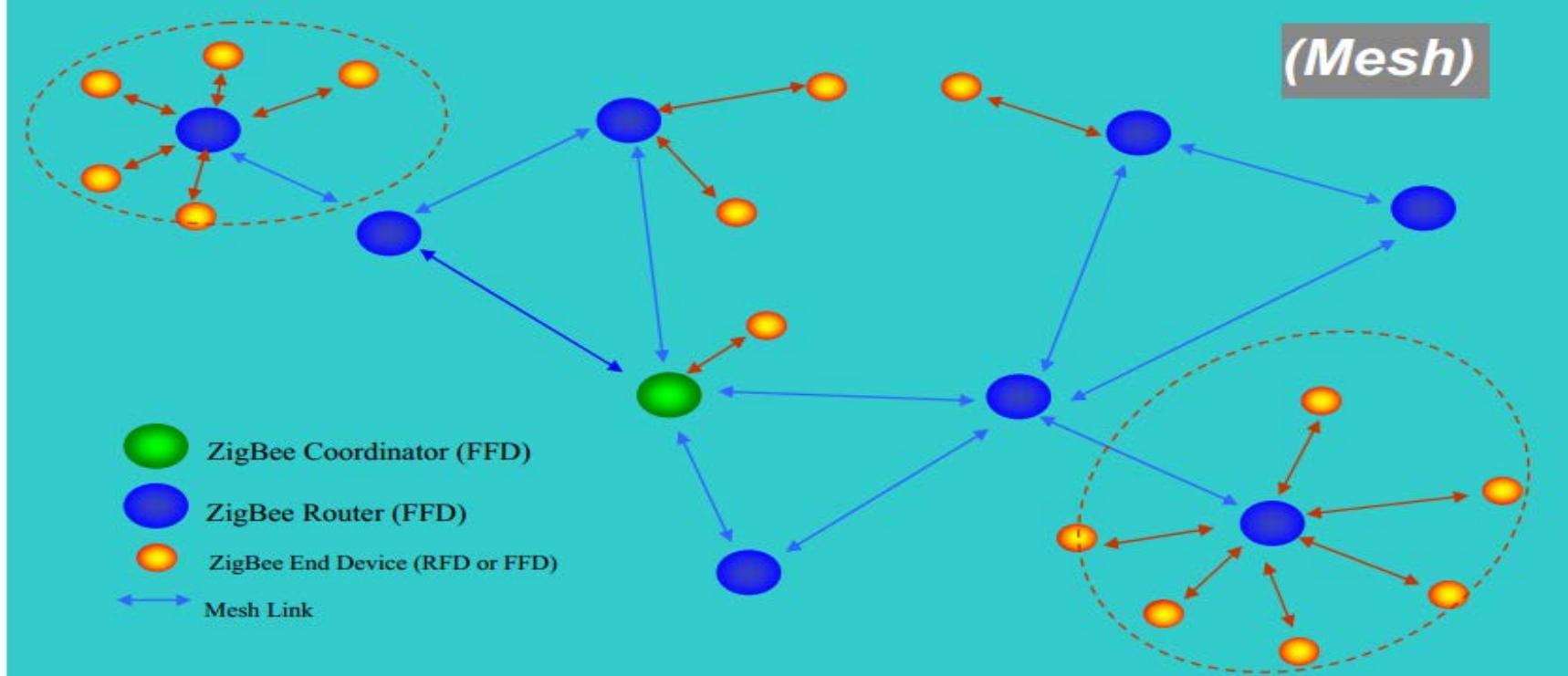


● 网络协调器

○ 全功能设备(FFD、Router): 可以支持任何一种拓扑结构，可以作为主协调器和普通协调器，并且可以和任何一种设备进行通信

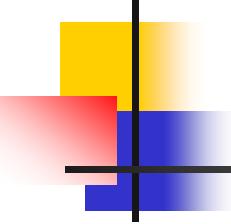
● 精简功能设备(RFD): 只支持星形结构，不能成为任何协调器，可以和网络协调器进行通信，实现简单

ZigBee技术的三种网络拓扑结构



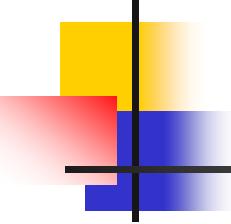
- ZigBee支持3种拓扑结构，包括
 - 星形(Star)、
 - 网状 (Mesh)
 - 簇树形(Cluster Tree)结构。
- 网状和簇树形结构也称对等的网络拓扑结构。

- 在星形拓扑结构中，整个网络由一个网络协调器来控制，网络构成包括一个网络协调器和多个终端设备（理论上最多有65536个），ZigBee星型网络不支持ZigBee路由器。
- 在网状和簇树形拓扑结构中，ZigBee协调器负责启动网络以及选择关键的网络参数，支持ZigBee路由器



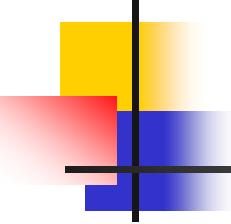
多簇网络结构vs星型连接

- 多簇网络结构的优点在于可以增加网络的覆盖范围，而随之产生的缺点是会增加传输信息的延迟时间。
- 星型连接的相对优点是传输信息的延迟时间短，其缺点是网络的覆盖范围少。



各种网络拓扑的适用范围

- 可以根据实际应用需要来选择合适的网络结构
 - 星形网络是一种常用且适用于长期运行操作的网络；
 - 网状网络是一种高可靠性监测网络；
 - 簇树形网络是星形和网状的混合型拓扑网络，结合了上述两种拓扑的优点。

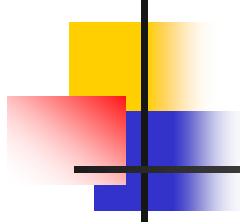


各个国家和地区ZigBee频率工作范围

工作频率范围 /MHz	频段类型	国家和地区
868~868.6	ISM	欧洲
902~928	ISM	北美
2400~2483.5	ISM	全球

各个国家和地区ZigBee频率工作范围

频段 (MHz)	扩 展 参数		数 �据 参数		
	码片速率 (kchip/s)	调 制	比特速率 (kbit/s)	符号速率 (kBaud/s)	符 号
868～868.6	300	BPSK	20	20	二进制
902～928	600	BPSK	40	40	二进制
2400～ 2483.5	2000	O-QPSK	250	62.5	16相正交

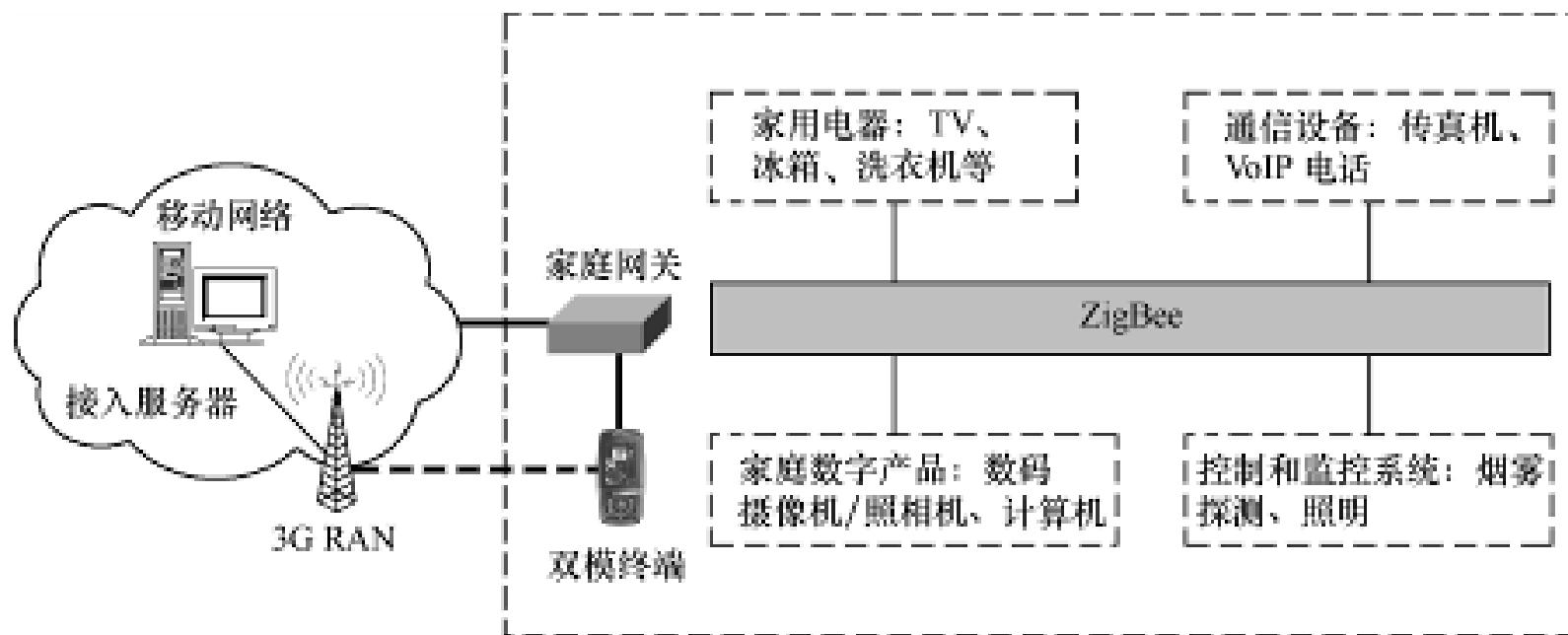


第一节 ZigBee

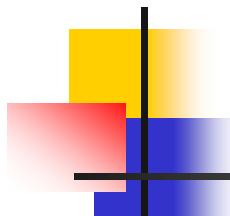
- 1. ZigBee的来源与优势
- 2. ZigBee的协议架构
- 3. ZigBee技术在物联网中的应用

3. ZigBee技术在物联网中的应用

(1) 家庭自动化



ZigBee在家庭自动化中的应用



家庭自动化

- 通过对电视、空调、电话机、电饭煲等装载**ZigBee模块**，用户可以通过家庭网关与电信网结合远程对其进行无线控制，在下班前远程控制家中的空调调节室温到设定温度，电饭煲开始煮饭。
- 也可以在家中对其无线控制，比如**电话铃响起或拿起话机准备打电话时，电视机自动静音**。

智能家居系统

阿里云 https://detail.1688.com/offer/1226685090.html?spm=a261b.12436309.ul20

将360安全浏览器设为默认，提升打开速度，保护上网安全

E CONTROL SMART HOME FLAGSHIP STORE

一切均可简单控制 | E CONTROL SMART HOME FLAGSHIP STORE 联系电话: 400-031-2011

首页 镇店之宝 公司档案 供应产品 ▾ 公司相册 公司动态 在线询价 联系方式 会员专区

智能家居系统 带风雨感应器 手机wifi远程控制器 zigbee模块

本产品采购属于商业贸易行为 举报

现货 分销

价格 ￥ 2000.00

起批量 ≥1 个

权益 登录 查看是否享首单包邮或首单立减

优惠 混批 本店部分商品满1元或1件可...

物流 福建 福州 | 运费说明 | 近30天平均发货速度：无数据

产品品牌 e控, 其他

产品型号 Q10009

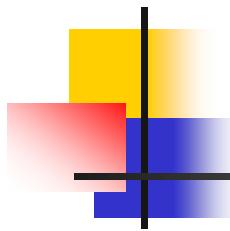
买家还在看

点此洽谈

今日优选 NEW 世界上物价最低的国家之一，买套房只需5万元，出租车都是奔驰

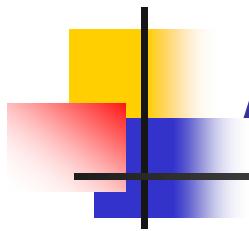
快剪辑 头条推荐 热点资讯 下载

100% 35%



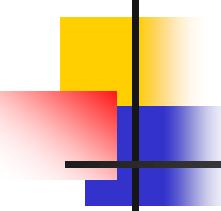
边缘计算

- 云---边----端
- 应用下沉
 - 即云应用下沉，运行在边缘设备上
 - 比如CDN(Content Delivery Network，即内容分发网络)就利用了边缘计算，把视频内容部署在靠近用户的小区视频服务器上，从而加快用户视频访问速度。



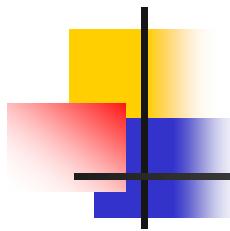
AWS IoT边缘计算解决方案

- 边缘网关
- 终端设备
- 设备配置
- 设备连接示意图



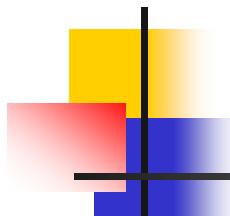
边缘网关

- 边缘网关（家庭网关）设备**收集数据**，在将数据发送到云端之前进行**过滤和分析**（可以通过AWS Lambda 函数等计算模式），从而实现近乎实时的处理。
- 边缘网关甚至在没有连接互联网（云端）的情况下也能够实现**这些功能**。



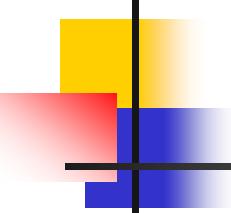
终端设备

- 终端设备都是搭载传感器的小型、低功耗设备。
 - 如灯泡或家用电器
 - 如连接的门锁、视频门铃、安全摄像头、漏水探测器和恒温器等。



终端设备软件配置

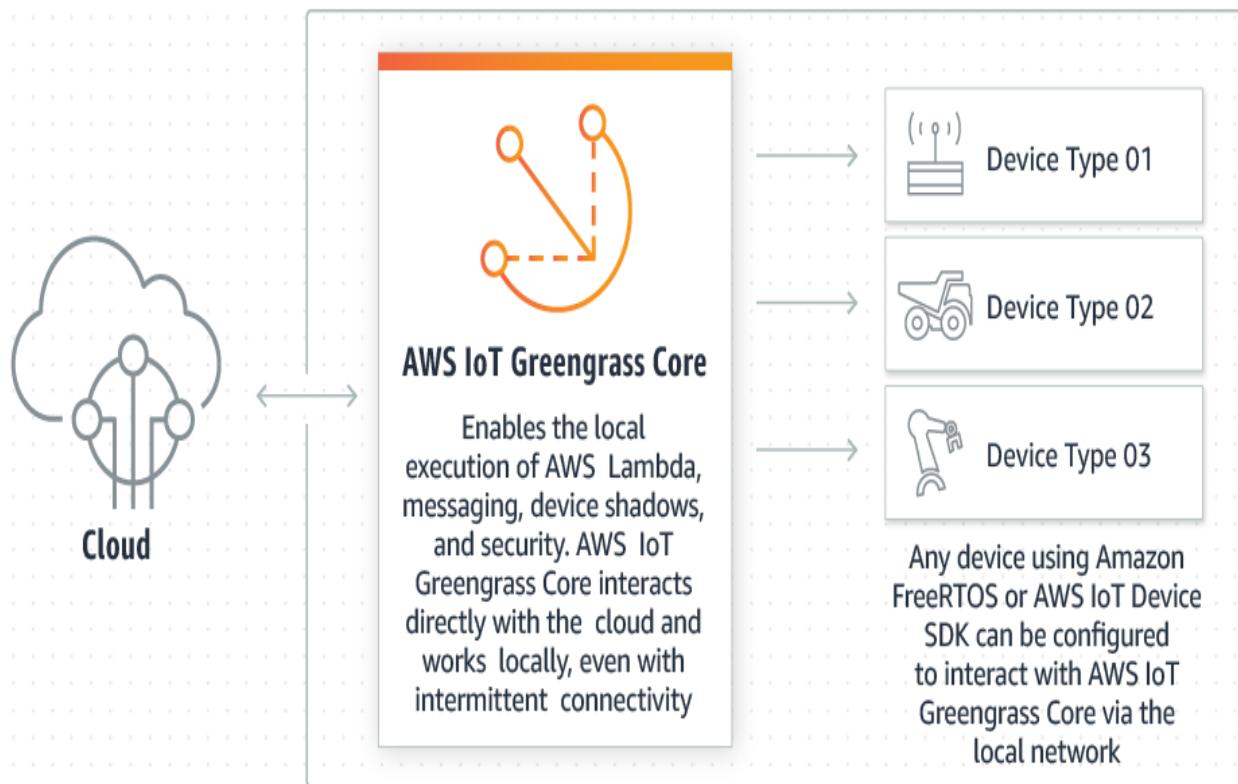
- 终端设备会运行 Amazon FreeRTOS 系统，这是一种用于微控制器的开源操作系统。
- Amazon FreeRTOS 使小型、低功耗的边缘设备易于编程、部署、保护、连接和管理。

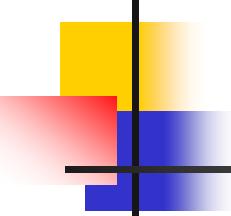


边缘网关的软件配置

- 核心软件
 - AWS IoT Greengrass Core
- 操作系统：运行 Linux 的设备
 - 包括 Ubuntu
 - 和 Raspbian（树莓派）等发行版
- 硬件架构
 - 支持 Arm 或 x86 架构的设备

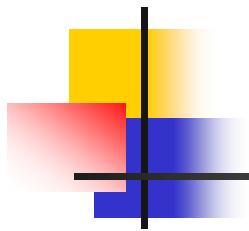
设备连接示意图





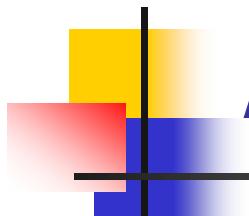
函数计算（无服务器计算）

- AWS Lambda 函数
- 优势是
 - Lambda 函数随时启动，随时计算，随时结束。
 - Lambda 函数的运行调用一般具有周期性，需要多次运行，但每次运行之间时间间隔较长，每次运行时间短暂，不值得为Lambda 函数长期租用一个虚拟机（或云服务器）。
 - 为了节约成本，直接在启动Lambda 函数计算时随机分配一个虚拟机，计算完毕就释放虚拟机，只对Lambda 函数运行的这一小段时间收费。



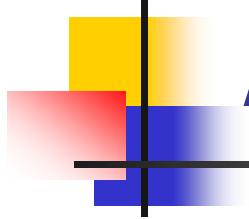
Lambda 函数的功能

- AWS IoT Greengrass Core 设备(即边缘网关)上运行Lambda 函数，
 - 以实现终端设备数据的采集、分析、过滤等功能。
- 可以使用的Lambda 函数的种类：
 - Python Lambda 函数
 - Node.JS Lambda 函数
 - Java Lambda 函数



AWS IoT Greengrass定价策略

- 使用 AWS IoT Greengrass，您只需按实际用量付费。
- 您可以根据指定月份中与 AWS 云进行交互的 **AWS IoT Greengrass Core 设备数量** 付费（按使用时间付云服务租费）。
- AWS IoT Greengrass 免费套餐含 3 个**为期一年**的免费 Greengrass Core。



AWS IoT Greengrass定价策略

- 连接到 AWS IoT Greengrass Core 设备且支持 AWS IoT 开发工具包的设备（即终端设备）是免费的（免付云服务租费，但需要自掏购买设备的费用）。

- 在一定程度上说，按边缘网关的设备数量付费，没有充分利用Lambda 函数的低成本优势。
- 因为不管你的Lambda 函数是否在运行，都要收费。
- Lambda 函数（无服务器计算）的主要优势在于对用户而言免运维，只需上传函数即可，运行函数的资源调度和分配等运维问题无需操心。

(2) 无线定位

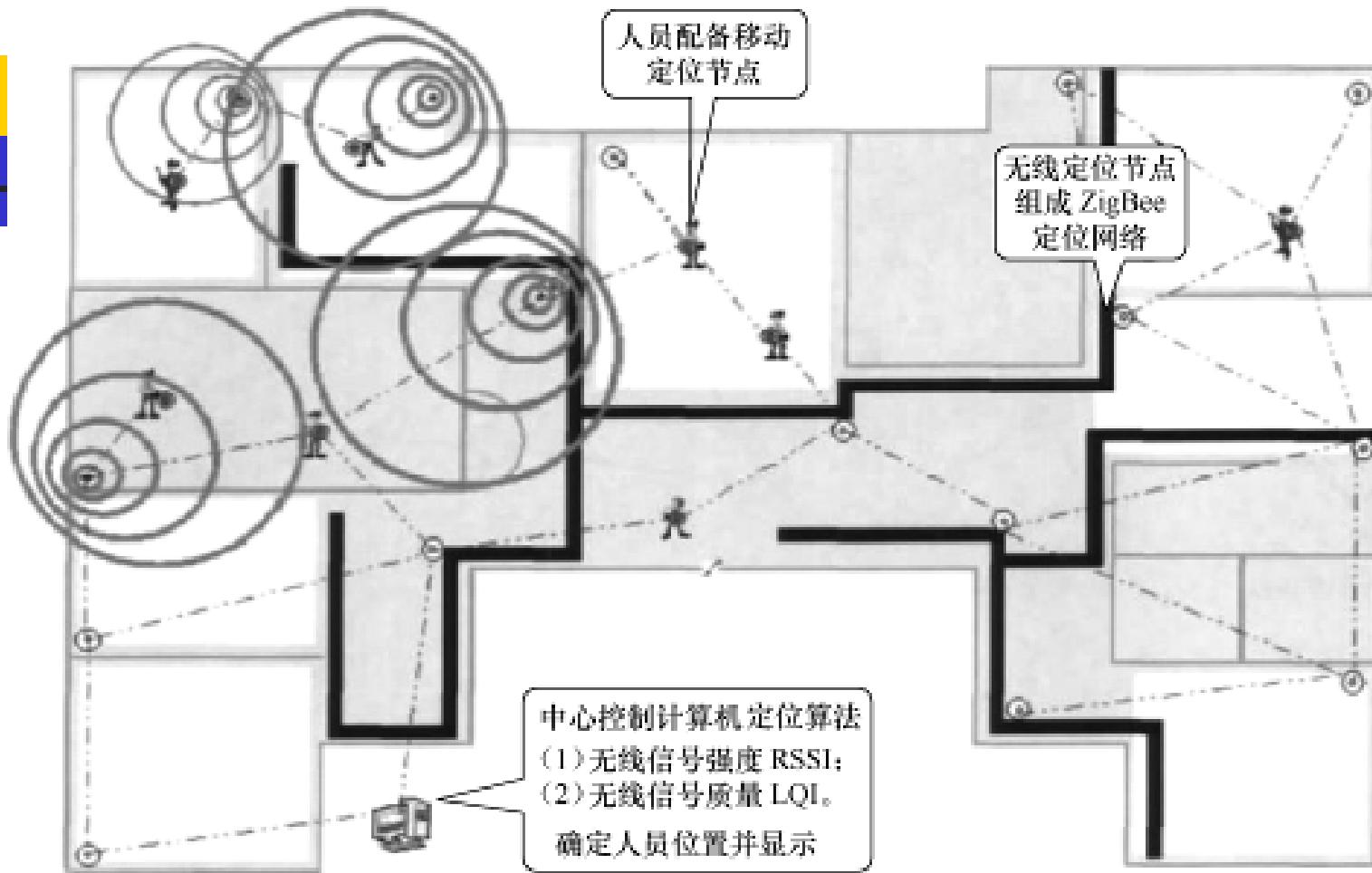
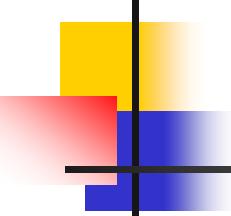


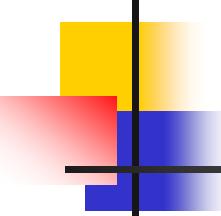
图 ZigBee在无线定位中的应用



无线定位

- 2010年，赫立讯(Helicomm)科技(北京)有限公司8年自主研发技术的ZigBee无线定位系统，已成功应用在北京地铁4号线大兴线隧道工程项目中。
- 本项目中“地铁隧道工程安全预警系统”共安装有：ZigBee工地安全基站21个和50张ZigBee人员识别卡。
- ZigBee无线Mesh网络在隧道工程、工地人员位置定位、安全监控、地表位移监测、地表沉降、应力应变监测、地质超前预报等方面强大的物联网技术创新能力。

- 从图10-6 可以看出，无线定位系统由3部分组成。
 - 移动目标节点。装有ZigBee 模块，既有身份识别又有感测功能的移动装备。
 - 由参考节点（基站）构成的ZigBee 无线定位节点网络。定位网络中的参考节点接收目标节点信息，以无线方式或辅助其他方式发送到中心控制器进行处理。
 - 中心控制器。采用定位算法对人员进行定位。



产品-基站

- IP-Link5500M 型基站（以下简称“基站”）与IP-Link5100型识别卡一起用于矿井(或地铁隧道)人员的考勤与定位。
- 该产品是在ZigBee技术的基础上，结合矿井井下安全生产的特点开发成功的高新技术产品。
- 基站根据矿井行业我国国家标准进行独立设计，防爆型式为矿用本质安全型，完全可以满足矿井井下人员考勤与信息化管理的要求。
- 基站设计成通用型式，既可以做为单个节点，也可以做为中继使用。
- 该产品从通信距离、巡检速度、数据量、同时考勤数量、定位精度、系统的综合性能等各个方面，都具备了强大的功能，要强于传统的RFID读卡器

产品-基站



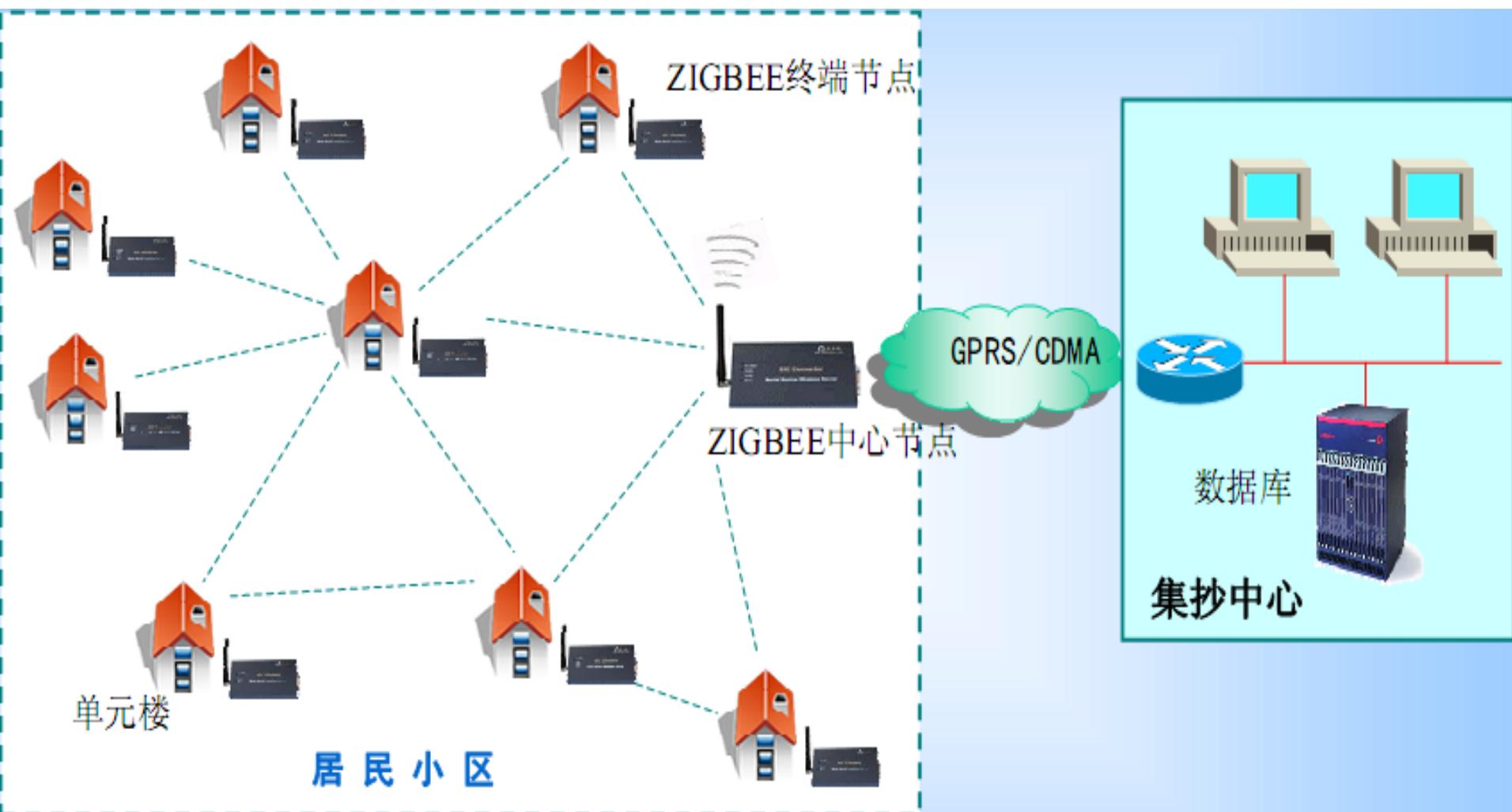
- 主要技术指标
 - 考勤能力: 同时检测≥100个识别卡;
 - 通信距离: 10m~100m之间可调;
 - 数据传输速度: 250kbps;
 - 使用频段: 2.4GHz;
 - 发射功率: 0dBm(1mW);
 - 接收灵敏度: -87~-92dBm

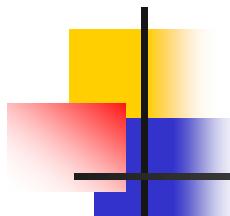
产品-识别卡



- IP-Link™ 5100系列产品是应用于短距离无线实时追踪定位的通讯产品
- 特色
 - 工业标准 RS232/RS-485、USB接口及低功耗设计。
 - 符合IEEE 802.15.4 ZigBee标准，非专属系统。
 - 支持基于ZigBee网络的星形、簇树形、网状等弹性化拓扑设计。
 - 完善的应用软件可以容易设定ZigBee 网络的相关参数，使网络建置简单化。
 - 最大支持65535个节点

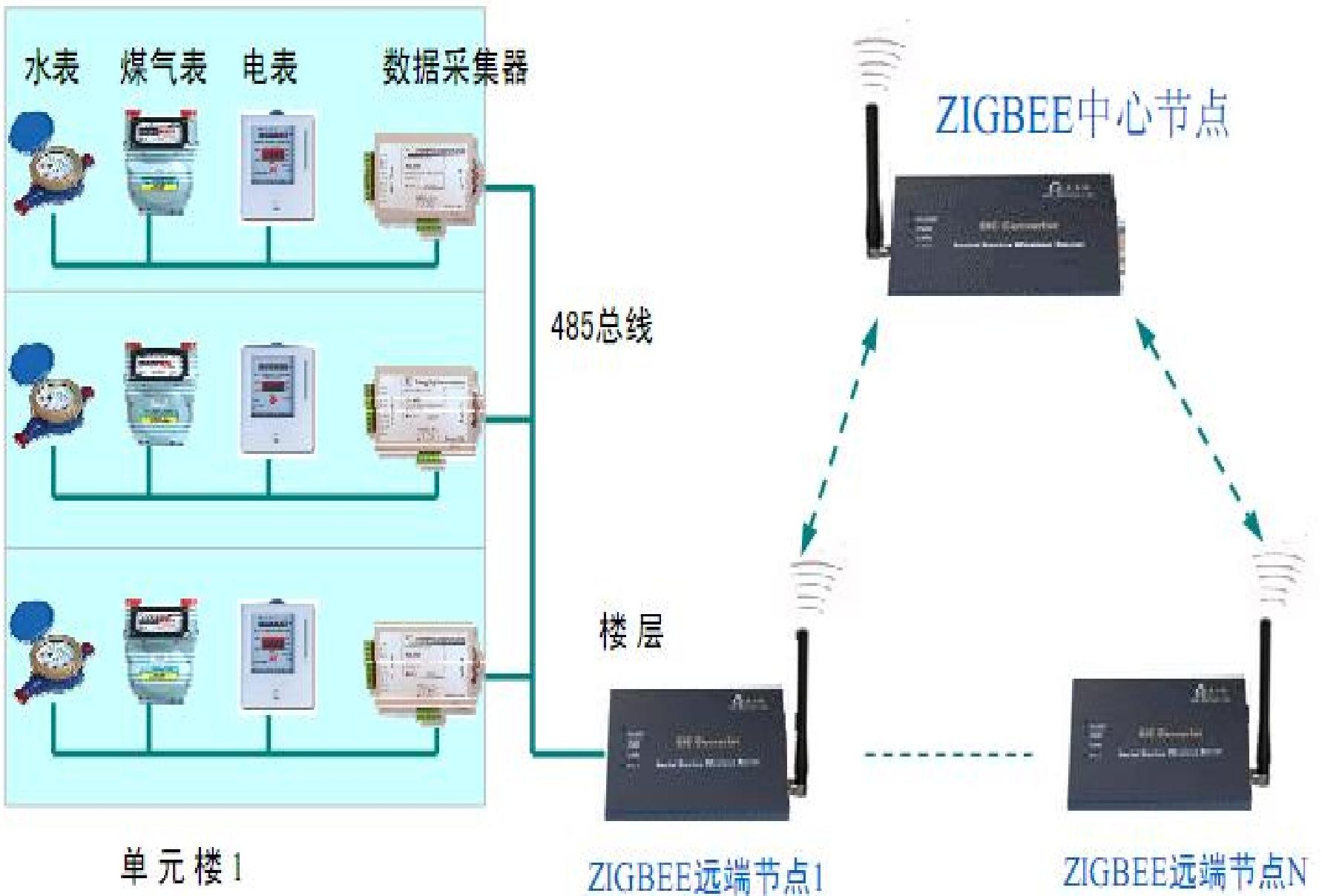
(3) 远程抄表系统

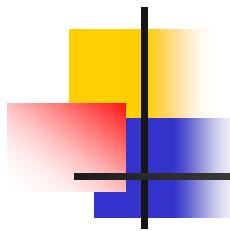




(3) 远程抄表系统

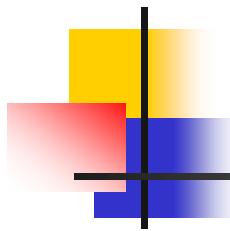
- 基于ZigBee技术的远程抄表系统结合了WPAN和移动通信网。
- 对ZigBee网络而言，采用网状网络结构，保证数据传输的可靠性。每幢单元楼设置一个ZigBee远端节点，一个小区设置一个ZigBee中心节点。
- ZigBee中心节点数据通过GPRS/CDMA上传到集抄中心。





单元楼内部的远程抄表系统

- 上图是每栋单元楼内部的远程抄表系统的细节结构图。
- 每楼层的水、电、气三表通过**RS-485总线**连接数据采集器，再连接到ZigBee远端节点。
- 每栋单元楼设置一个ZigBee远端节点，负责数据收发或做路由器。
- ZigBee远端节点上传到ZigBee中心节点。

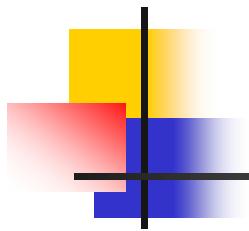


水表



水表侧面说明





NB-IOT水表

- 水表里不需要摄像头，直接数字读取水表用水量，通过NB-IOT网络传到远程的计算机中。

NB-IOT水表



NB-IOT无线远传水表

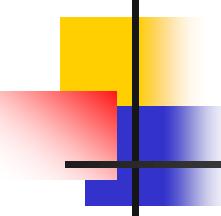
NB-IOT无线远传水表

水表参数PARAMETER

品牌	慧怡
调制方式	NB-IOT技术
防水等级	GB-IP68
等级	2.0级
显示屏	液晶屏
安装环境	B类
静态工作电流	5μA
正常工作电流	≤10μA
功能	无线抄表 手机缴费
工作环境	0-40°C (冷水) 0-90°C (热水)
峰值读数	99999.99m ³
工作压力	≤1.0MPa

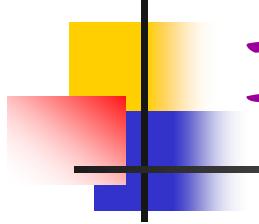
将IEEE802.15.4协议纳入IP架构

- 智能物体IP(IPSO)联盟力图促进IP协议作为连接全球智能物体的基础网络技术
- IPSO提出智能IP适应性和将IEEE802.15.4协议纳入IP架构，使用6LoWPAN技术使物联网全面部署
- IP over Anything，需降低IP协议栈复杂性，物联网可通过简化当前IP来实现，并从任何地点都可寻址和触及



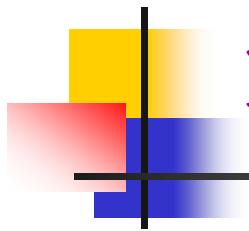
无线物联网通信

- 导言
- ZigBee
- **Bluetooth**
- 超宽带 (UWB)
- 60 GHz通信
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网



第二节 Bluetooth

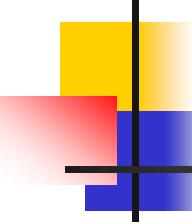
- 1. Bluetooth的来源与特点
- 2. Bluetooth的应用及产品



第二节 Bluetooth

1. Bluetooth的来源与特点

爱立信、IBM、Intel、Nokia和东芝五家公司于1998年5月联合成立了**Bluetooth**（蓝牙）特别兴趣小组（**Bluetooth Special Interest Group, BSIG**），并制订了短距离无线通信技术标准—蓝牙技术。

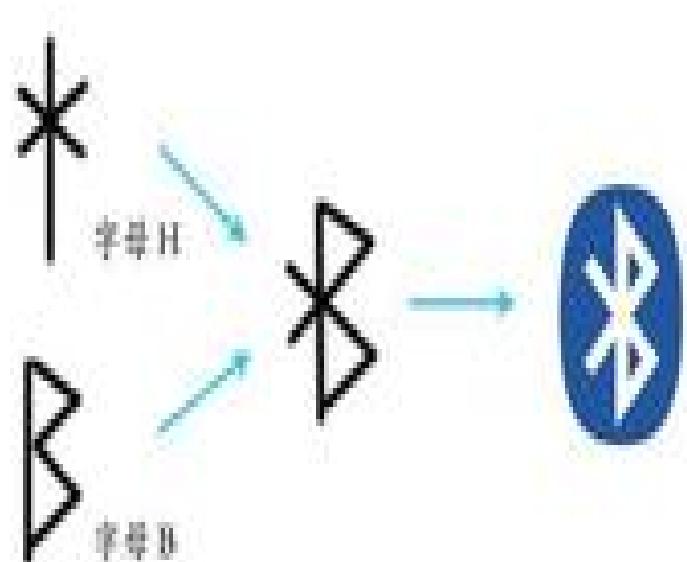


来源

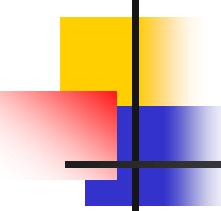
- 蓝牙这个名称来自于10世纪的一位丹麦国王 Harald Blatand，Blatand 在英文里的意思可以被解释为 **Bluetooth(蓝牙)**，因为国王喜欢吃蓝梅，牙龈每天都是蓝色的所以叫蓝牙。
- **Bluetooth**国王将现在的**挪威，瑞典和丹麦**统一起来；他的口齿伶俐,善于交际,就如同这项技术，技术将被定义为**允许不同工业领域之间的协调工作**，保持着各个系统领域之间的良好交流，例如计算机，手机和汽车行业之间的工。作。
- 用蓝牙给该项技术命名，含有**统一起来**的意思。

蓝牙标志的来历

- 蓝牙这个标志的设计：它取自 Harald Bluetooth 名字中的「H」和「B」两个字母，用古北欧字母来表示，将这两者结合起来，就成为了蓝牙的 logo（见图）。

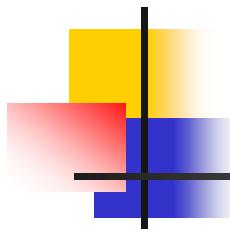


赫拉尔德·布兰度
Harald Bluetooth
Harald Konge bed gare



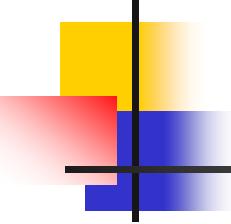
蓝牙

- 所谓蓝牙（Bluetooth）技术，实际上是一种短距离无线技术。
- 蓝牙技术利用短距离、低成本的无线连接替代了电缆连接，从而为现存的数据网络和小型的外围设备提供了统一的连接。
- 比如通过蓝牙耳机无线连通蓝牙手机，拨打和接听电话。



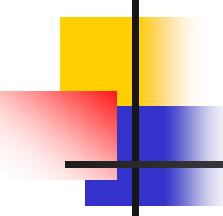
早期分工

- **Bluetooth SIG**五家厂商的早期分工：
 - 芯片霸主Intel公司负责半导体**芯片**和传输软件的开发，
 - **Nokia**和爱立信负责无线射频和移动电话**软件**的开发，
 - IBM和东芝负责笔记本电脑**接口规格**的开发。



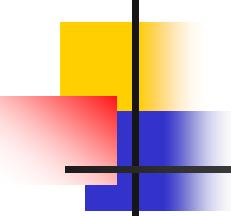
成员变更和扩张

- 2006年10月13日，Bluetooth SIG（蓝牙技术联盟）宣布**联想公司取代IBM**在该组织中的创始成员位置，并立即生效
- 通过成为创始成员，联想将与其他业界领导厂商一样拥有蓝牙技术联盟董事会中的一席，并积极推动蓝牙标准的发展
- 除了创始成员以外，Bluetooth SIG还包括200多家联盟成员公司以及约6000家应用成员企业



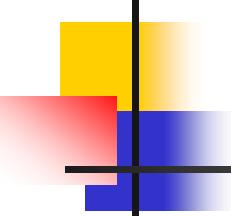
蓝牙标准的发展

- 2001年的蓝牙**1.1版**正式列入IEEE标准，
Bluetooth 1.1即为**IEEE 802.15.1**。
- 2004年11月9日发布蓝牙2.0 + EDR版，
Bluetooth 2.0将传输率提升至2Mbps、3Mbps，
远大于1.x版的1Mbps（实际约723.2kbps）。
- 2009年4月21日发布**蓝牙3.0 + HS**版。蓝牙3.0
的数据传输率提高到了大约**24Mbps**(即可在需
要的时候调用802.11 WI-FI用于实现高速数据
传输)，是蓝牙2.0的八倍。



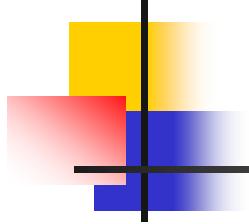
蓝牙标准的发展

- 2010年7月，蓝牙技术联盟（Bluetooth SIG）宣布正式采纳**蓝牙4.0**核心规范。
- 蓝牙4.0最重要的特性是**省电科技**，极低的运行和待机功耗可以使**一粒纽扣电池连续工作数年之久**。
- 此外，低成本和跨厂商互操作性，3毫秒低延迟、100米以上超长距离、AES-128加密等诸多特色
- 蓝牙4.0依旧向下兼容，包含经典蓝牙技术规范和最高速度**24Mbps**的**蓝牙高速技术规范**
- 蓝牙4.0已经走向了商用，在苹果new iPad、苹果iPhone 4S以上版本上都已应用了蓝牙4.0技术



蓝牙标准的发展

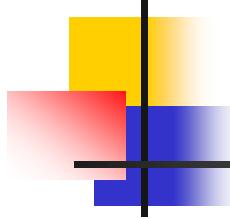
- 2014年12月初蓝牙技术联盟公布了蓝牙**4.2标准**，不但速度提升2.5倍达到**60Mbps**，而且隐私性更高，还可以支持IPv6网络，让每个节点有自己的地址。
- 在2016年12月的推出了**蓝牙5.0的标准**，其最大特点是加入了**室内定位功能**，结合WiFi可以实现精度小于1米的室内定位。
 -

- 
- Bluetooth 技术分为两种类型，一是基础率/增强数据率（BR/EDR），二是低耗能（LE）。

基础率/增强数据率 (BR/EDR)

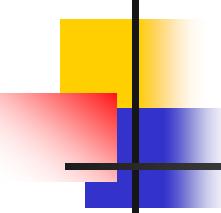


- 点对点
- Bluetooth BR/EDR 支持持续无线连接，以点对点（P2P）网络拓扑结构建立一对一（1:1）设备通信（蓝牙鼠标）。
Bluetooth BR/EDR 音频数据流是无线扬声器、耳机和免提车载系统的理想选择。

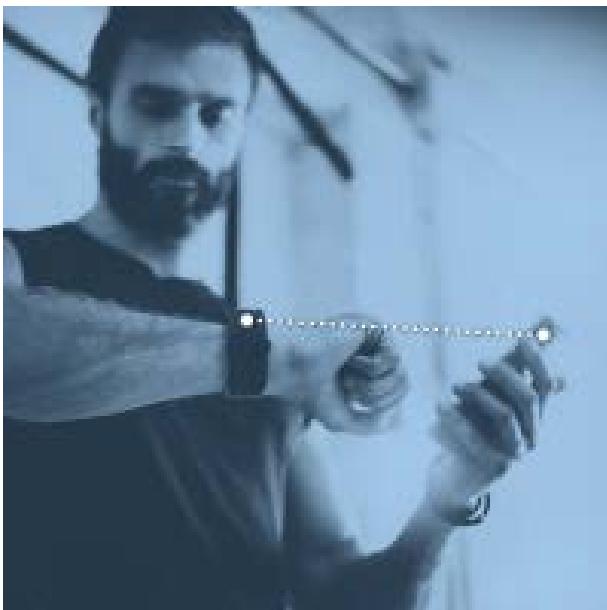


低耗能 (LE)

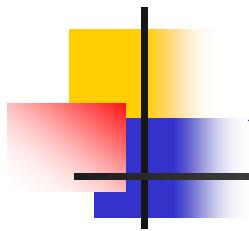
- Bluetooth LE (BLE) 支持短时间无线连接，使用多个网络拓扑结构，包括点对点、广播和网格。



低耗能 (LE)

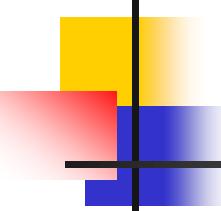


- 点对点
- 点对点 (P2P) 是用于建立一对
一 (1:1) 设备通信的网络拓扑
结构。
- Bluetooth LE P2P 拓扑是数据
传输的理想选择，适合**健身追
踪器、健康监测仪等联网设备**
产品（共享单车蓝牙开锁）。



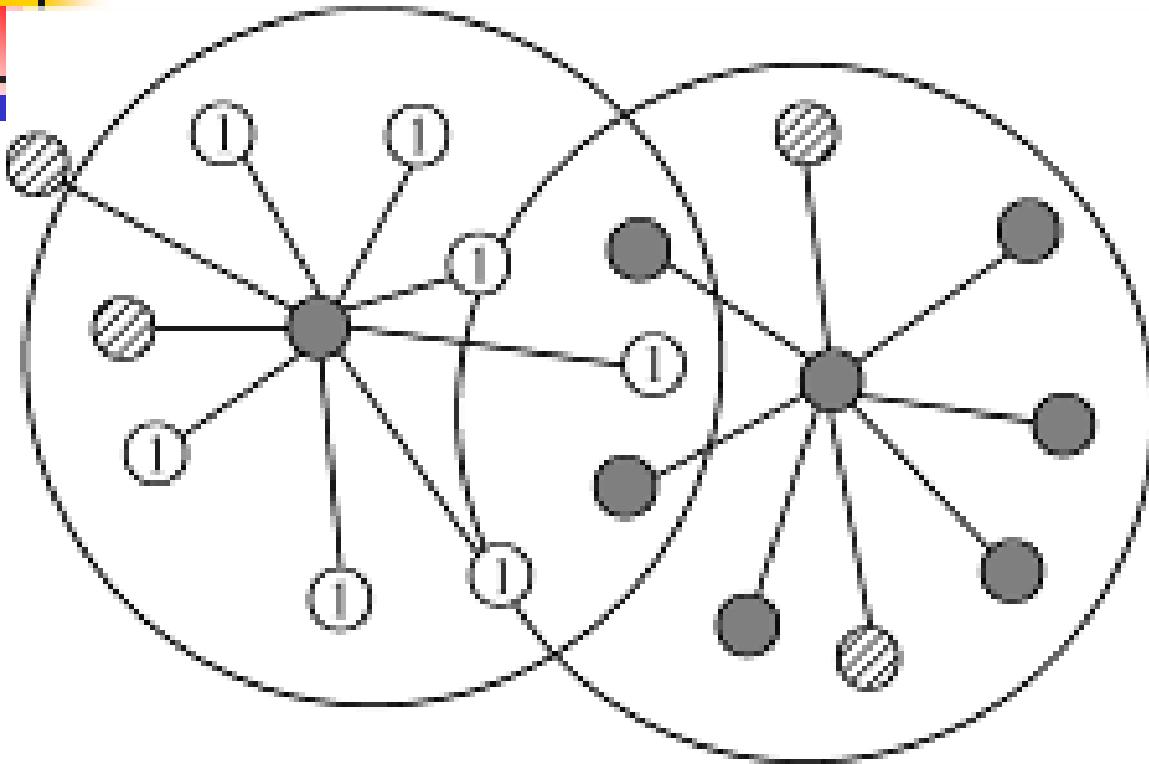
主设备和从设备

- 蓝牙模块通信是指两个蓝牙模块或蓝牙设备之间进行通信，
- 进行数据通信的双方一个是主设备，一个是从设备。
 - **主设备**是指能够搜索别人并主动建立连接的一方，
 - **从设备**则不能主动建立连接，只能等别人连接自己。



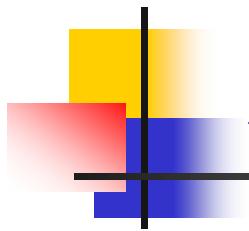
主设备模式

- 工作在主设备模式，可以与一个从设备进行连接。
- 在此模式下可以对周围设备进行搜索并选择需要连接的从设备进行连接。
- 理论上，一个蓝牙主端设备，**可同时与7个蓝牙从端设备进行通讯。**
- 一个具备蓝牙通讯功能的设备，**可以在两个角色间切换**，平时工作在从模式，等待其它主设备来连接，需要时，转换为主模式，向其它设备发起呼叫。
- 一个蓝牙设备以主模式发起呼叫时，需要知道对方的**蓝牙地址，配对密码**等信息，配对完成后，可直接发起呼叫。



- 主设备
- 激活从设备
- ◎ 休眠从设备

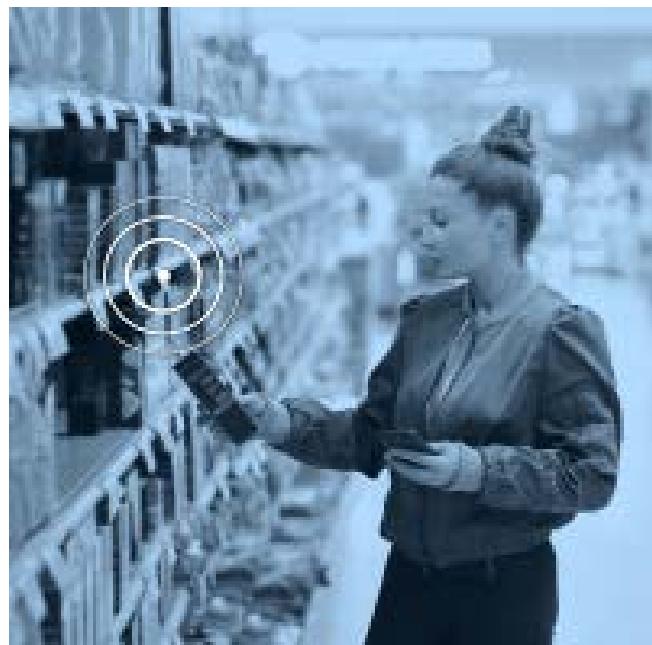
多个 蓝牙设备组成的微微网



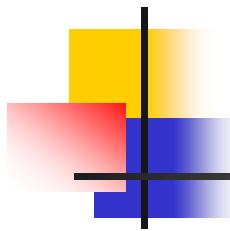
从设备模式

- 工作在从设备模式下的蓝牙模块只能被主设备搜索，不能主动搜索。
- 从设备跟主设备连接以后，也可以和主设备进行发送和接收数据的通信。

低耗能 (LE)



- 广播
- **广播**是建立一对多（1:m）设备通信的网络拓扑结构。
Bluetooth LE 广播拓扑优化了本地化信息共享，因此成为了兴趣点（PoI）信息以及寻物寻路服务等**信标解决方案**的理想选择。



广播模式

- 在这种模式下BLE蓝牙模块可以一对多进行广播，在低功耗的模式下持续的进行广播，被作为**蓝牙基站或信标**使用，可以用来推送信息使用。
- 应用：
 - 广播模式下的BLE蓝牙模块常应用于极低功耗,小数据量,**单向传输的应用场合**,比如无线抄表,**室内定位**等功能。

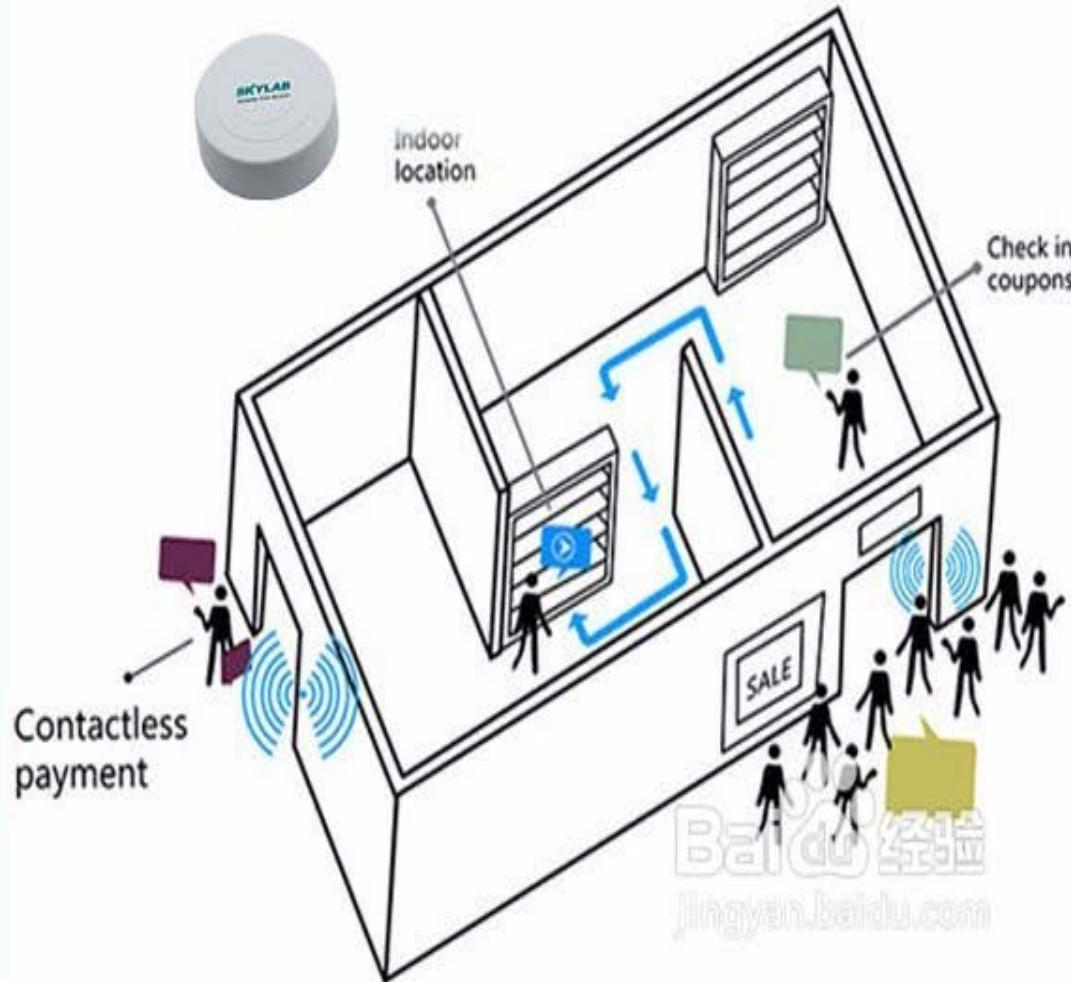
室内定位（室内设置信标）

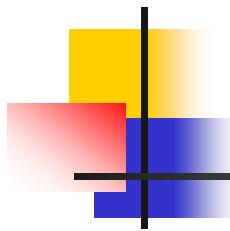
商场典型应用：

在店铺里面布置beacon，当客户离店铺距离很近时，手机就可以收到这家商场的促销信息。

更多应用：

- ◇ 室内定位 ◇ 微信摇一摇 ◇ 商场 ◇ 图书馆
- ◇ 停车场 ◇ 酒店 ◇ 饭店 ◇ 景点 ◇ 门禁
- ◇ 考勤 ◇ 休闲娱乐场所



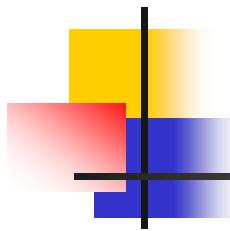


低耗能 (LE)



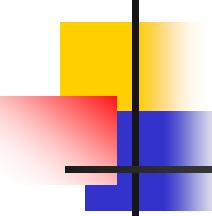
Mesh

网格是建立**多对多 (m:m)** 设备通信的网络拓扑结构。Bluetooth LE 网格拓扑建立了定制化的大型设备网络，面向**建筑自动化、传感器网络、资产跟踪**以及需要多台设备间可靠安全通信的任何解决方案。



蓝牙 Mesh组网技术

- 蓝牙 Mesh组网技术
 - 2014年由英国CSR公司实现
 - 利用星型网络和中继技术，每个网络可以连接超过65000个节点
 - 它的功耗只有Zigbee的二十分之一
 - 以广泛的普及性挑战Zigbee！

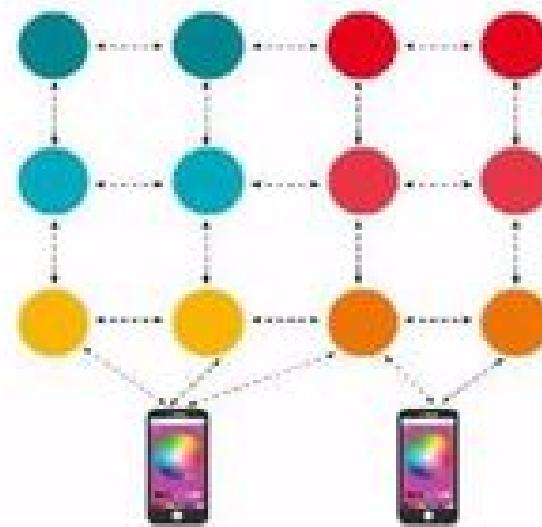


Mesh 组网模式

- 工作在Mesh 组网模式的BLE蓝牙模块可以简单的将多个模块加入到网络中来,
- 利用星型网络和中继技术, 每个网络可以连接超过 **65000个节点**,
- 网络和网络还可以互连, 最终可将无数蓝牙模块通过手机、平板电脑或 PC 进行互联或直接操控。
- 并且不需要网关, 即使某一个设备出现故障也会跳过并选择最近的设备进行传输。
- 整个联网过程只需要**设备上电并设置通讯密码**就可以**自动组网**, 真正实现简单互联。

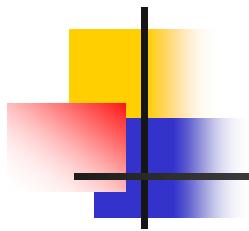
蓝牙Mesh简介

蓝牙Mesh网络是用于建立多对多 ($m \times m$) 设备通信的低能耗蓝牙 (Bluetooth Low Energy, 也称为 Bluetooth LE) 新的网络拓扑。它允许您创建基于多个设备的大型网络，网络可以包含数十台，数百甚至数千台蓝牙Mesh设备。这些设备之间可以相互进行信息的传递，无疑这样一种应用形态为楼宇自动化，无线传感器网络，资产跟踪和其他解决方案提供了理想的选择。



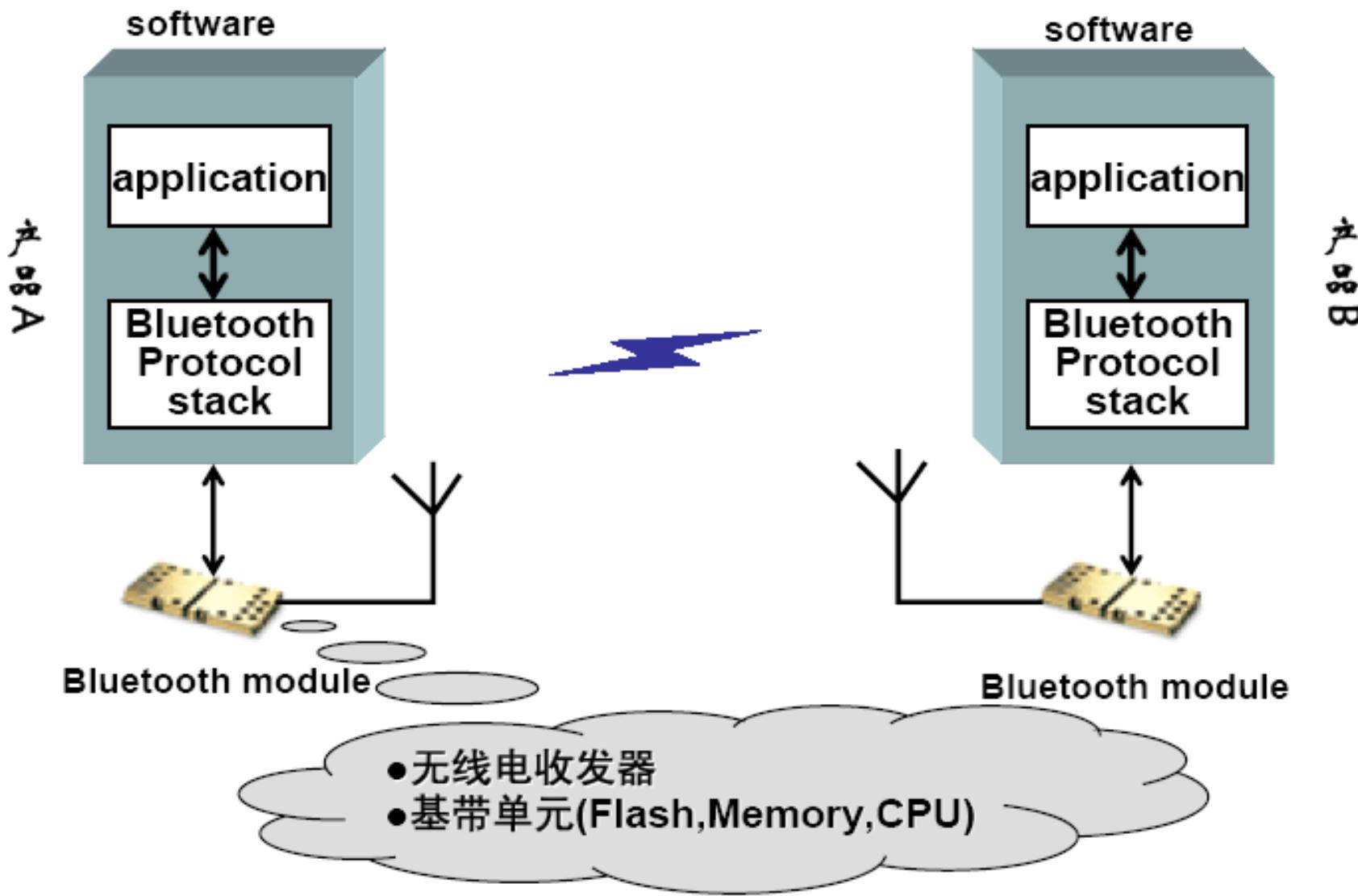
主要功能

- 1、通过手机连接Mesh网络中任何一个LED灯，可以控制Mesh网络中任意一个或一组灯；
- 2、蓝牙开关可以作为一个节点，控制Mesh网络中所有灯的开关，或者设置不同的场景模式；
- 3、可以对Mesh网络中的LED灯进行分组控制；
- 4、可以对Mesh网络中的LED灯进行调温、调色；
- 5、设置不同的场景模式；
- 6、定时开关

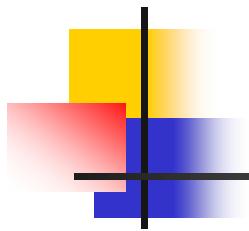


(2) 系统组成

- 蓝牙系统一般由
 - 天线单元、
 - 蓝牙模块和
 - 蓝牙软件（协议和应用）
- 等3个功能模块组成。
- 如下图所示：

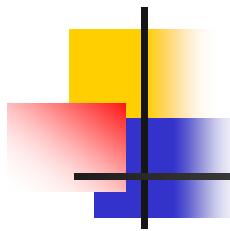


蓝牙系统的组成



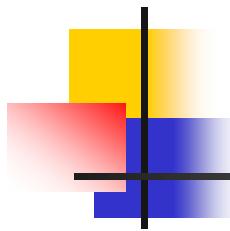
(2) 系统组成

- 天线部分体积小巧，属于**微带天线**。
- 蓝牙模块包括：
 - 基带单元（处理器，Flash、Memory）
 - 无线电收发器（射频传输/接收器）



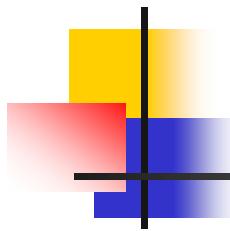
基带协议

- 基带协议在蓝牙协议栈中位于**蓝牙无线电之上**，基本上起链路控制和链路管理的作用。
- 实现蓝牙**基带部分的实时处理功能**，包括负责对接收bit流进行符号定时提取的恢复、加密和解密处理等。



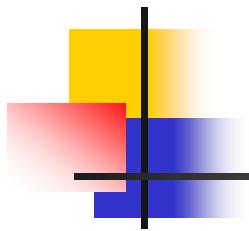
基带单元的微处理器的功能

- 微处理器（CPU），负责蓝牙**比特流调制和解调**比特级处理，且还负责控制收发器和专用的语言编码和解码器。



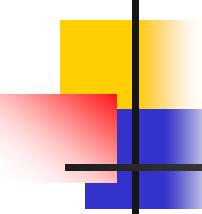
无线收发器的功能

- 无线收发器（RF）是蓝牙设备的核心，其功能是实现**无线通信和数据传输**。
- 任何蓝牙设备都必须有这个无线收发器。
- 蓝牙的无线收发器和普通无线收发器的最大不同之处在于体积小、功率小。



(2) 系统组成

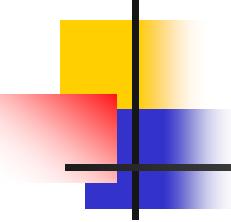
- 蓝牙软件模块提供的服务有：
 - 协议栈
 - 应用
- 蓝牙**协议**标准包括Core规范和Profiles规范两大部分。
 - Core规范是蓝牙的核心，主要定义蓝牙的技术细节；
 - Profiles规范部分定义了在蓝牙的**各种应用**中的协议栈组成，并定义了相应的实现协议栈



蓝牙编址

蓝牙有4种基本类型的设备地址：

BD_ADDR	48位长的蓝牙设备地址（IEEE802标准）。该地址划分为LAP（24位地址低端部分）、UAP（8位地址高端部分）和NAP（16位无意义地址部分）。
AM_ADDR	3位长的活动成员地址。所有的0信息AM_ADDR都用于广播消息。
PM_ADDR	8位长的成员地址，分配给处于暂停状态的从单元使用。
AR_ADDR	访问请求地址（access request address）被暂停状态的从单元用来确定访问窗口内从单元—主单元半时隙，通过它发送访问消息。



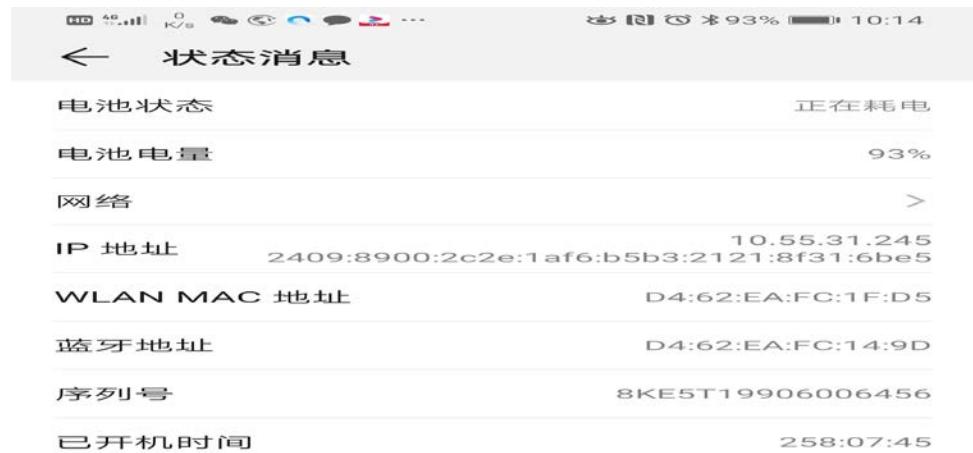
蓝牙MAC地址

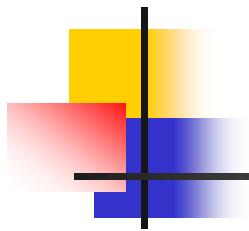
24	8	16
----	---	----

LAP	UAP	NAP
-----	-----	-----

48位长的蓝牙设备地址（IEEE802标准）。该地址划分为LAP（24位地址低端部分）、UAP（8位地址高端部分）和NAP（16位无意义地址部分）

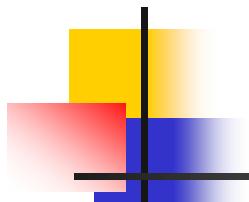
手机无线局域网 (WiFi, 蓝牙) MAC地址





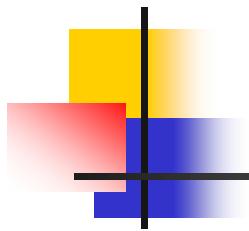
(3) 射频特性

- 蓝牙设备的工作频段选在全球通用的2.4GHz的ISM（工业、科学、医学）频段。
- 频道采用23个或79个，频道间隔均为1MHz。
- 采用时分双工方式。



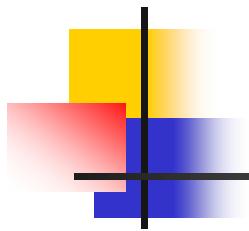
(3) 射频特性

- 蓝牙的无线发射机采用FM调制方式，从而能降低设备的复杂性。
- 最大发射功率分为3个等级，
 - 100mW (20dBm)
 - 2.5mW (4dBm)
 - 1mW (0dBm)
- 蓝牙设备之间的有效通信距离大约为10~100m。



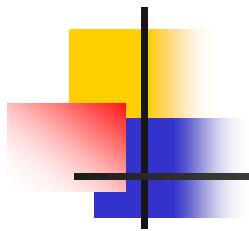
(4) 跳频技术

- 跳频 (Frequency Hopping Spread Spectrum; FHSS) 是指在接收或发送一分组数据后，即跳至另一频点。
- 跳频主要应用于军事领域，以避免己方通信信号被敌方截获或者干扰。
 - 通过快速跳频和短包技术来减少同频干扰，保证传输的可靠性
- 与直序扩频技术 (Direct Sequence Spread Spectrum) 完全不同，是另外一种意义上的扩频。



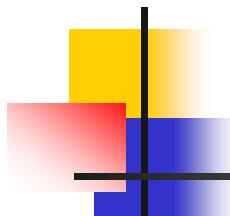
(5) TDMA结构

- 蓝牙的数据传输率为1Mbit/s，采用数据包的形式按时隙传送，每时隙 $0.625\mu s$ 。



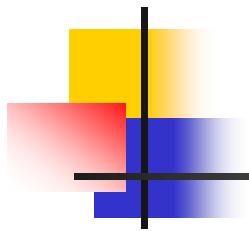
(5) TDMA结构

- 蓝牙系统支持实时的同步定向联接和非实时的异步不定向联接，分别为
 - SCO (**Synchronous Connection Oriented**)
链路：主要传送话音等实时性强的信息
 - ACL (**Asynchronous Connectionless Link**)
链路：以数据传输为主。



Bluetooth的主要技术特点

- (6) 软件的层次结构
- 底层为各类应用所通用，高层则视具体应用而有所不同。
- (7) 纠错技术
- 蓝牙系统的**纠错机制**分为前向纠错编码（FEC）和包重发（ARQ），支持 $1/3$ 率(3位重复编码)和 $2/3$ 率（汉明码）FEC编码。

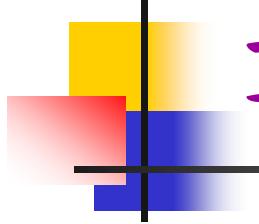


(8) 编码安全

- 蓝牙技术在物理层、链路层、业务层3个层次上提供安全措施，充分保证通信的保密性。
- 蓝牙规范公布的主要技术指标和系统参数如下表所示。

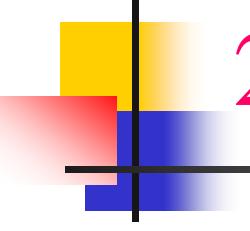
表 主要技术指标和系统参数

指标类型	系统参数
工作频段	ISM频段， 2.402~2.480GHz
双工方式	全双工， TDD时分双工
业务类型	支持电路交换和分组交换业务
数据速率 异步信道速率	1Mbit/s 非对称连接为721kbit/s、57.6kbit/s， 对称连接为432.6kbit/s， 2.0+EDR规范支持更高的速率
同步信道速率	64kbit/s， 2.0+EDR规范支持更高的速率
功率	美国FCC要求小于0dBm（1mW），其他国家可扩展为100mW
跳频频率数	79个频点/MHz
跳频速率	1600跳/秒
工作模式	PARK（暂停）/HOLD（保持）/SNIFF（呼吸）
数据连接方式	面向连接业务（SCO）， 无连接业务（ACL）
纠错方式	1/3 FEC、2/3 FEC、ARQ等
信道加密	采用0位、40位和60位密钥
发射距离	一般可达10cm~10m，增加功率的情况下可达100m



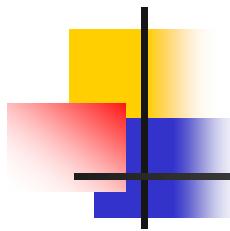
第二节 Bluetooth

- 1. Bluetooth的来源与特点
- 2. Bluetooth的应用及产品



2. Bluetooth的应用及产品

- 蓝牙SIG中定义了几种基本的应用模型，主要包括文件传输、Internet网桥、局域网接入、同步、**三合一电话**（three-in-one phone）和终端耳机等。
- 所谓“三合一电话”是指这样一部手机，它在不同的应用环境下，能作为不同的功能实体：既可以作为**普通的蜂窝移动电话**；也可以作为**有固定电话网中的无绳电话**；还可以作为**无电话费用的内部通话设备**

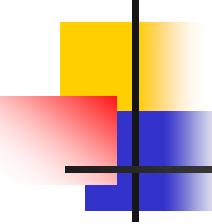


蓝牙的应用

- 在实际生活中，蓝牙的应用也是十分广泛的，涉及到居家、工作、娱乐等方面。
- 全球大约80%以上的手机都使用了蓝牙技术，其中将近100%的智能手机都已经使用了蓝牙技术

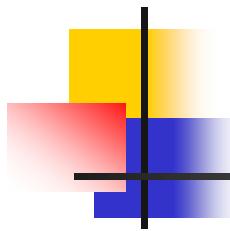
使用蓝牙在手机之间传输文件

- 使用蓝牙在手机之间传输图片等文件。
- 手机中的蓝牙功能通常在默认状态是不启动的，使用前需要先启动蓝牙，然后搜索其他蓝牙设备，若对方的手机启动了蓝牙，就可以看到对方手机的图标和设定的手机名称。
- 选中蓝牙图标，点击“连接”菜单，两者之间开始通信，需要输入密码（或称PIN码），输入**约定的“000000”**，建立连接，这时图标之间出现一条断续的连接线，表明蓝牙连接建立。就可以收发文件了。



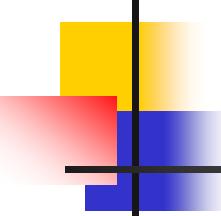
使用蓝牙在手机之间传输文件

- 收发文件：选中要发送的图片，选择“发送通过”菜单，选择通过蓝牙发送，会显示发送进程条，对方手机屏幕显示“有文件需要接收，是否确认”要选择确认，同意接受文件，即可。
- 不过需要注意的是，不要总是保持启动蓝牙的状态，避免接收有病毒的文件，损害手机。



蓝牙打印机

- 一个人临时在某个办公室使用笔记本电脑，可以用办公室内支持蓝牙技术的打印机打印，不需要登录网络，也不必在设备上安装软件。
- 打印机和笔记本电脑通过电子方式识别对方并立即开始交换信息。



市面上的蓝牙产品

- 市面上的蓝牙产品主要包括蓝牙耳机、蓝牙适配器、车载蓝牙多媒体系统、车载蓝牙电话、蓝牙键盘和鼠标、蓝牙网关、蓝牙无线条码扫描枪等。
- 应选择**2.4GHz无线鼠标**呢还是**蓝牙无线鼠标**?
 - 对于大多数用户而言，2.4GHz无线鼠标的选择空间非常大，价格相对较低，而市场上的蓝牙鼠标却寥寥无几，价格昂贵，从选择空间和价格上来看，2.4GHz无线鼠标在目前来看最具性价比。
 - 然而有些用户为了追求档次，也可以选购蓝牙鼠标，而且蓝牙鼠标搭配笔记本电脑的蓝牙功能，可以节省笔记本电脑本来就不充裕的**USB接口**

蓝牙鼠标



■ 蓝牙鼠标（99元）

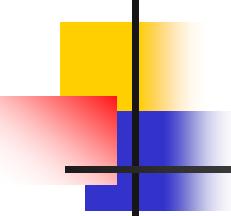


Bluetooth®

[上一张]



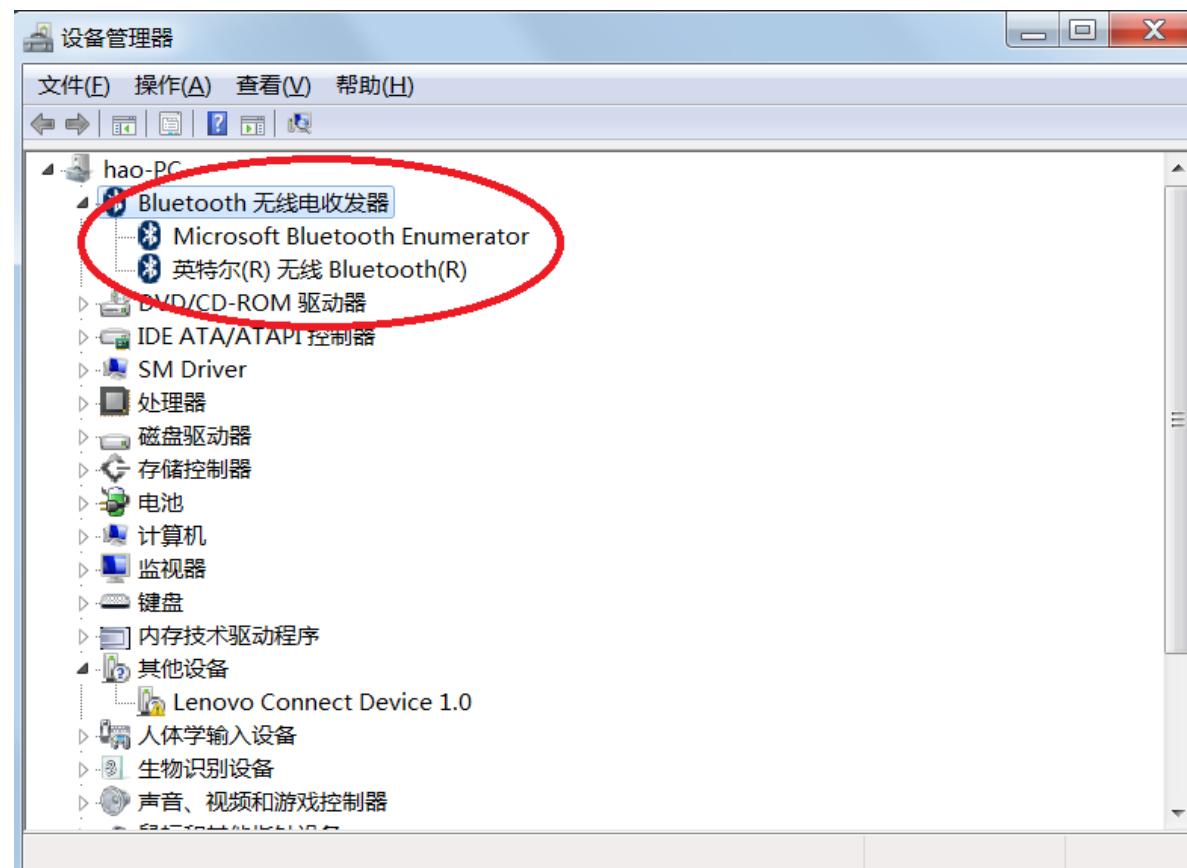
■ 蓝牙适配器（59元）



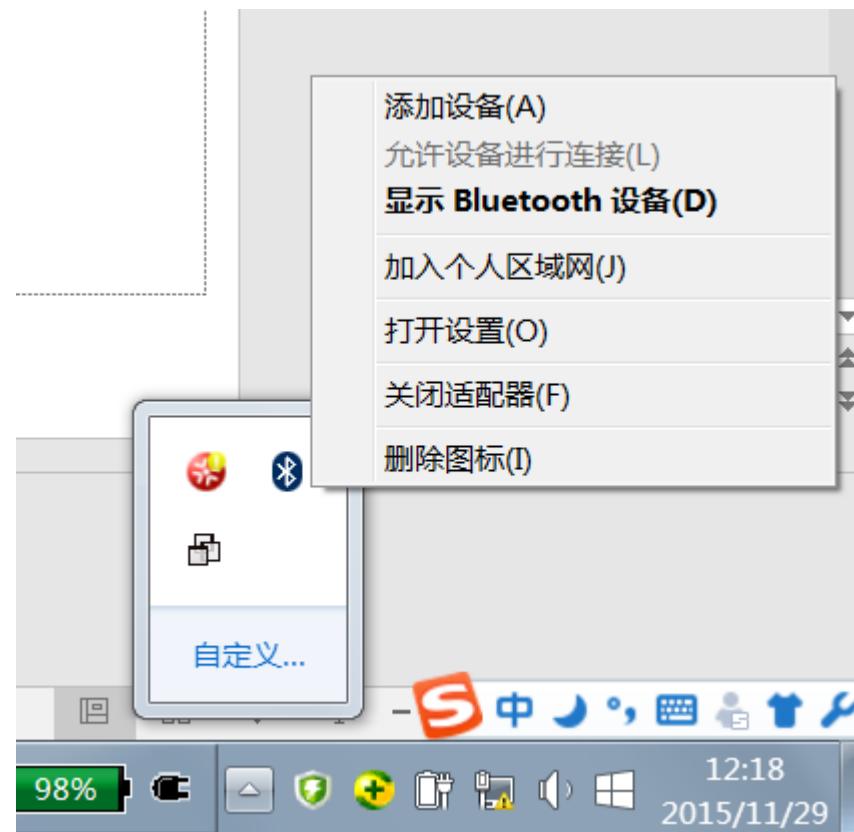
蓝牙鼠标

- 普通无线鼠标主要应用于台式机和没有蓝牙适配器的电脑
- 内置蓝牙适配器的笔记本电脑推荐使用蓝牙鼠标
- 普通无线鼠标一般随机配送接收器，而蓝牙鼠标则需另购蓝牙适配器，当然了，配有蓝牙适配器的笔记本电脑另当别论

蓝牙无线电收发器是否就是蓝牙适配器？



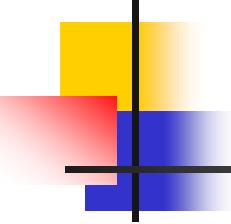
添加蓝牙设备



会自动安装驱动程序

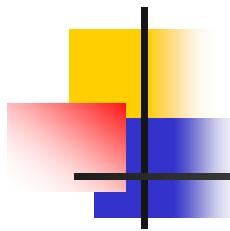
添加成功后显示蓝牙设备





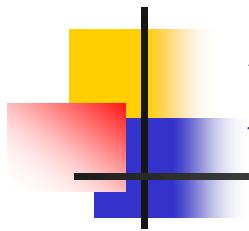
普通无线鼠标和蓝牙鼠标

- 普通无线鼠标和蓝牙鼠标都是基于2.4G频率的，只不过数字编码方式不一样而已。
- 不同厂家生产的普通无线鼠标编码方式不同，所以普通的无线鼠标接收器之间不存在互换性，甚至同一厂家生产的不同规格产品之间也不能通用。
- 蓝牙则不同，蓝牙设备是基于蓝牙网路传输协议而生产的，所以任何一款蓝牙鼠标均可以与任何一款蓝牙适配器之间进行通信



蓝牙的应用

- 我们可以利用蓝牙技术来连接其他的无线设备、下载照片、进行多人游戏，甚至可以进行自动存取款、订票。
- 这可以为我们的生活带来极大的便利，使得物物联网的概念成为现实。

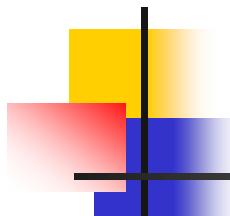


无线物联网通信

- 导言
- ZigBee
- Bluetooth
- 超宽带 (UWB)
- 60 GHz通信
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网

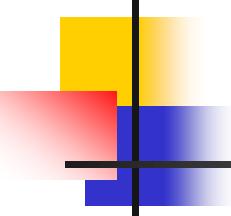
第三节 超宽带 UWB (Ultra Wide Band)

- 1.超宽带的定义
- 2.超宽带的技术特点与应用
- 3. UWB的两大技术标准
- 4. UWB与其他无线通信技术的比较



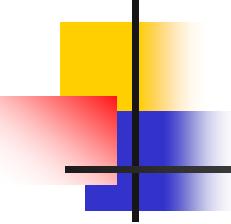
超宽带技术产生原因

- 传统的无线传输技术一般都是带宽受限的，系统带宽通常在20MHz以下，
- 可用频谱资源有限和信道的多径衰落特征是限制传输速率的主要瓶颈。



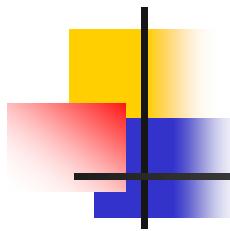
特征

- 超宽带 UWB (Ultra Wide Band) 技术的显著特征则是
 - 采用500MHz至几个吉赫兹的带宽进行高速数据传输，
 - 在10m距离内提供高达100Mbit/s以上，甚至1Gbit/s的传输速率，
 - 同时与现有窄带无线系统很好地共存。



发展

- 20世纪60年代--主要用于军事目的，如高功率雷达和保密通信，当时称为“脉冲无线电”技术
- 1989年--美国国防部提出“超宽带”这一术语
- 2002年2月—FCC（美国联邦通信委员会）批准将该技术应用于民用系统，并划分了免授权使用频段



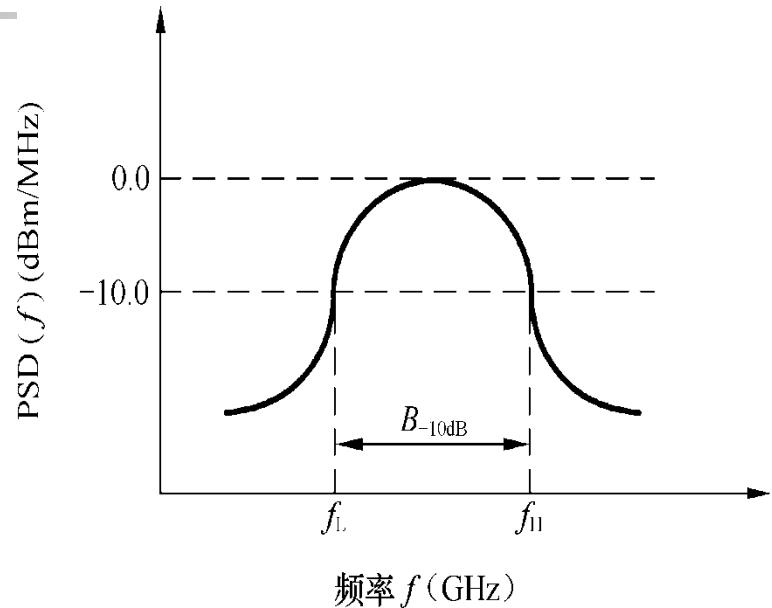
超宽带定义

- 美国国防部定义：
 - 若一个信号在20dB处的**绝对带宽**大于1.5GHz或**相对带宽**大于25%，则这个信号就是超宽带信号.
- 两方面限制：
 - **绝对带宽** (Absolute Bandwidth)
 - 或者 **相对带宽** (Fractional Bandwidth)

绝对带宽 (Absolute Bandwidth)

绝对带宽是指信号功率谱最大值两侧某滚降点对应的上截止频率与下截止频率之差。

$$B_{-10\text{dB}} = f_{\text{H}} - f_{\text{L}}$$



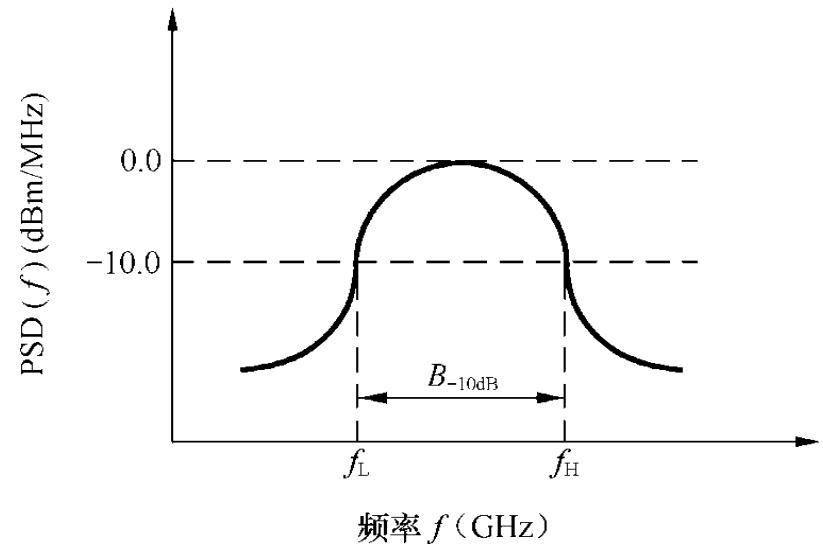
绝对带宽的定义 (PSD: 信号功率谱密度)

注：实际应用中，绝对带宽有 -3dB 绝对带宽、 -20dB 绝对带宽等不同选择。

相对带宽 (Fractional Bandwidth)

相对带宽是指绝对带宽与中心频率之比。
由于超宽带系统经常采用无正弦载波调制的窄脉冲信号承载信息，中心频率并非通常意义上的载波频率，而是上、下截止频率的均值。

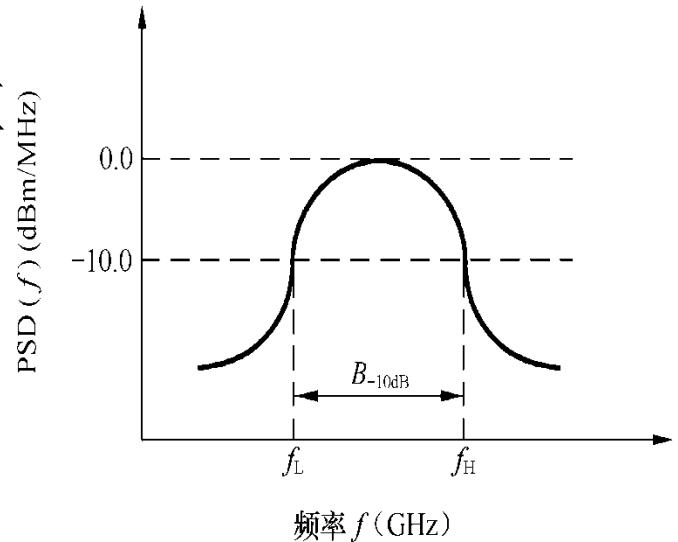
中心频率: $(f_H + f_L)/2$



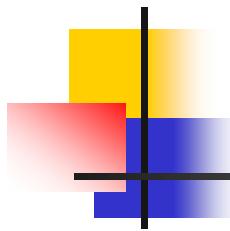
相对带宽 (Fractional Bandwidth)

例如，以-10dB绝对带宽计算的相对带宽为：

$$B_{\text{Fractional}} = \frac{B_{-10\text{dB}}}{(f_H + f_L)/2} = \frac{2(f_H - f_L)}{f_H + f_L}$$



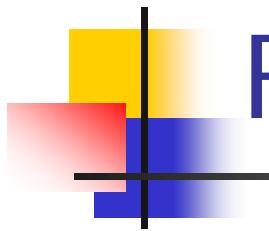
注：FCC规定UWB信号为绝对带宽大于500MHz或相对带宽大于20%的无线电信号。



概念比较

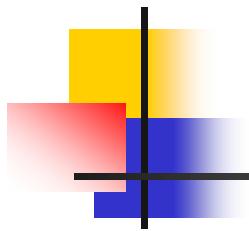
- 从频域来看，超宽带（UWB）有别于传统的窄带和宽带，它的频带更宽。
- 窄带是指相对带宽(信号带宽与中心频率之比) 小于1% (0.01) ，
- 相对带宽在1% 到20% 之间的被称为宽带，
- 相对带宽大于20%(0.2) , 而且绝对带宽大于500MHz的信号被称为超宽带。

- 传统通信系统相对带宽一般小于0.01(1%)，属于窄带。
- WCDMA系统相对带宽约0.02（2%），属于宽带。
- 而UWB相对带宽为0.2（20%）或0.25（25%），属于超宽带。



FCC Part15规定：

- 超宽的信号带宽：
 - FCC规定：UWB通信系统可使用的免授权频段为**3.1~10.6GHz**共7.5GHz带宽

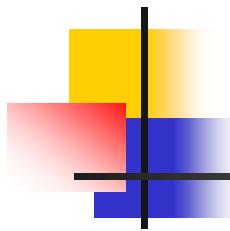


FCC Part15规定：

- 极低的发射功率谱密度：
 - 为保证现有系统（如GPS系统、移动蜂窝系统等）**不被UWB系统干扰**，FCC规定UWB系统的辐射信号最高功率谱密度必须**低于美国放射噪音规定值-41.3dBm/MHz**。
 - 这相当于对于其他通信系统而言，**UWB信号所产生的干扰仅相当于一个宽带白噪声**。

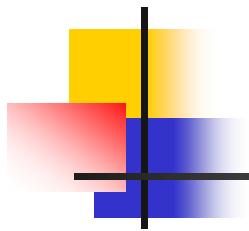
第三节 超宽带 UWB (Ultra Wide Band)

- 1.超宽带的定义
- 2.超宽带的技术特点与应用
- 3. UWB的两大技术标准
- 4. UWB与其他无线通信技术的比较



技术特点

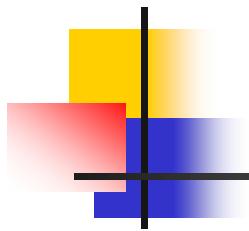
- (1) 传输速率高
- (2) 通信距离短
- (3) 系统共存性好，通信保密度高
- (4) 定位精度极高，抗多径能力强
- (5) 体积小、功耗低



(1) 传输速率高

- UWB系统使用高达500MHz~7.5GHz的带宽，根据香农信道容量公式，即使发射功率很低，也可以在短距离上实现高达几百兆至1Gbit/s的传输速率。
- 香农公式:最大信息传送速率C:
$$C=B\log_2(1+S/N)$$
- 式中：B是信道带宽（赫兹），S是信号功率（瓦），N是噪声功率（瓦）

- 从香农公式中还可以推论出：在信道容量C不变的情况下，带宽B和信噪比S/N是可以互换的，
- 也就是说，从理论上完全有可能在恶劣环境（噪声和干扰导致极低的信噪比）时，采用提高信号带宽(B)的方法来维持或提高通信的性能，甚至于可以使信号的功率低于噪声基底。
- 简言之，就是可以用扩频方法以宽带传输信息来换取信噪比上的好处，这就是扩频通信的基本思想和理论依据



(2) 通信距离短

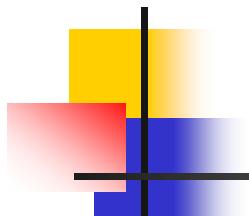
- 随着传输距离的增加，高频信号衰落更快，这导致UWB信号产生严重的失真。
- 研究表明：
 - 当收发信机之间距离**小于10m**时，UWB系统的信道容量高于传统的窄带系统；
 - 当收发信机之间距离**超过12m**时，UWB系统在信道容量上的优势将不复存在。

(3) 系统共存性好，通信保密度高

- 极低的功率谱密度（上限仅为 -41.3dBm/MHz ）
- 信号谱密度低至背景噪声电平以下，UWB信号对同频带内工作的窄带系统的干扰可以看做宽带白噪声，因此与传统的窄带系统有着良好的共存性。这对于提高无线频谱资源的利用率，缓解日益紧张的无线频谱资源大有好处。（信号功率很低）
- 具有很强的隐蔽性，不易被截获，保密性高。

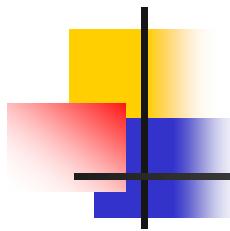
(4) 定位精度极高，抗多径能力强

- 脉冲宽度一般在亚纳秒级,一般在0.20ns~1.5ns之间
- 很强的穿透力，高精度测距和定位能力
- 抗多径能力强
 - 由于UWB采用持续时间极短的窄脉冲，经多径反射的延时信号与直达信号在时间上可以分离（不会造成多径分量交叠），接收机通过分集可以获得很强的抗多径衰落能力，同时在进行测距、定位、跟踪时也能达到更高的精度。



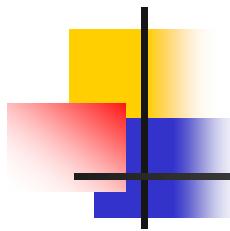
(5) 体积小、功耗低

- 传统的UWB技术无需正弦载波，收发信机不需要复杂的载频调制解调电路和滤波器等。
- 因此，可以大大降低系统复杂度，减小收发信机体积和功耗，系统结构实现简单，适合于便携型无线应用。
- 在高速通信时系统的耗电量仅为几百 μW ~几十 mW 。民用UWB设备功率一般是传统移动电话所需功率的1/100左右，是蓝牙设备所需功率1/20左右。



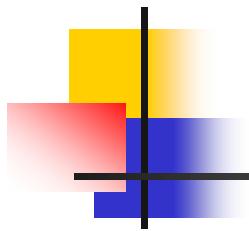
超宽带系统两大特征：

- 高速率
- 短距离



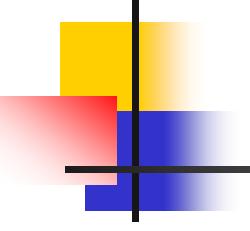
超宽带的应用范围

- 在通信领域应用：
 - 组建高速局部物联网；
 - 无线个域网和家庭无线网络；
 - 作为各种设备之间的高速通信接口。



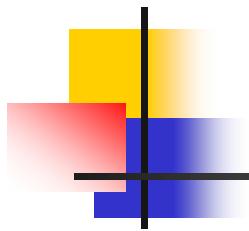
(1) 短距离点到点通信

- 各种移动设备之间的高速信息传输，例如PDA、MP3、可视电话、3G手机等设备之间的**短距离点到点通信**，包括多媒体文件传输、游戏互动等。



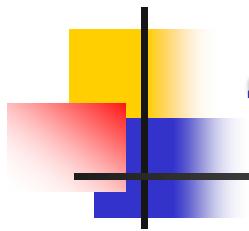
(2) 设备间无线连接

- 桌面PC、笔记本电脑、移动设备与各种外设之间的无线连接，例如与打印机、扫描仪、存储设备等的无线连接。
- 早期的蓝牙技术已经使某些设备的无线互联成为可能，但是由于传输速率过低（1Mbps），只能用于某些计算机外设（如鼠标、键盘、耳机等）与主机的连接。
- 而UWB技术的高速传输可以实现主机与显示屏、摄像头、会议设备、终端设备与投影仪之间的无线连接。



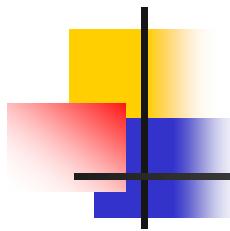
(3) 数据传输

- 家庭媒体中心（个域网）：数字电视、家庭影院、DVD机、投影机、数码相机、机顶盒等家用电子设备之间的可视文件和数据流的传输。
- PC机将所存的媒体文件在电视上播出。



4) 系统管理

- 结合UWB高精度的**搜索**和**定位**能力，应用于企业仓储管理和智能交通等各类物联网系统中，为精准的存货追踪管理、汽车防撞系统（装载由UWB制造的雷达的汽车等遇到障碍物会及时给予提醒）、测速、收费系统提供解决方案。

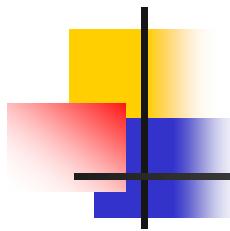


5) 其他应用

- 窄脉冲具有很强的穿透各种障碍物，例如墙壁和地板的能力。
- UWB技术还能实现隔墙成像，因此具有比红外通信更为广泛的应用，例如在军事、勘探、安全等领域。
- 2013年12月，世界上首次应用的超宽带测月雷达装在“玉兔”号底部，可在巡视路线上直接探测30米内的月壤结构和月面以下100-200米深处的浅层月壳结构。

第三节 超宽带 UWB (Ultra Wide Band)

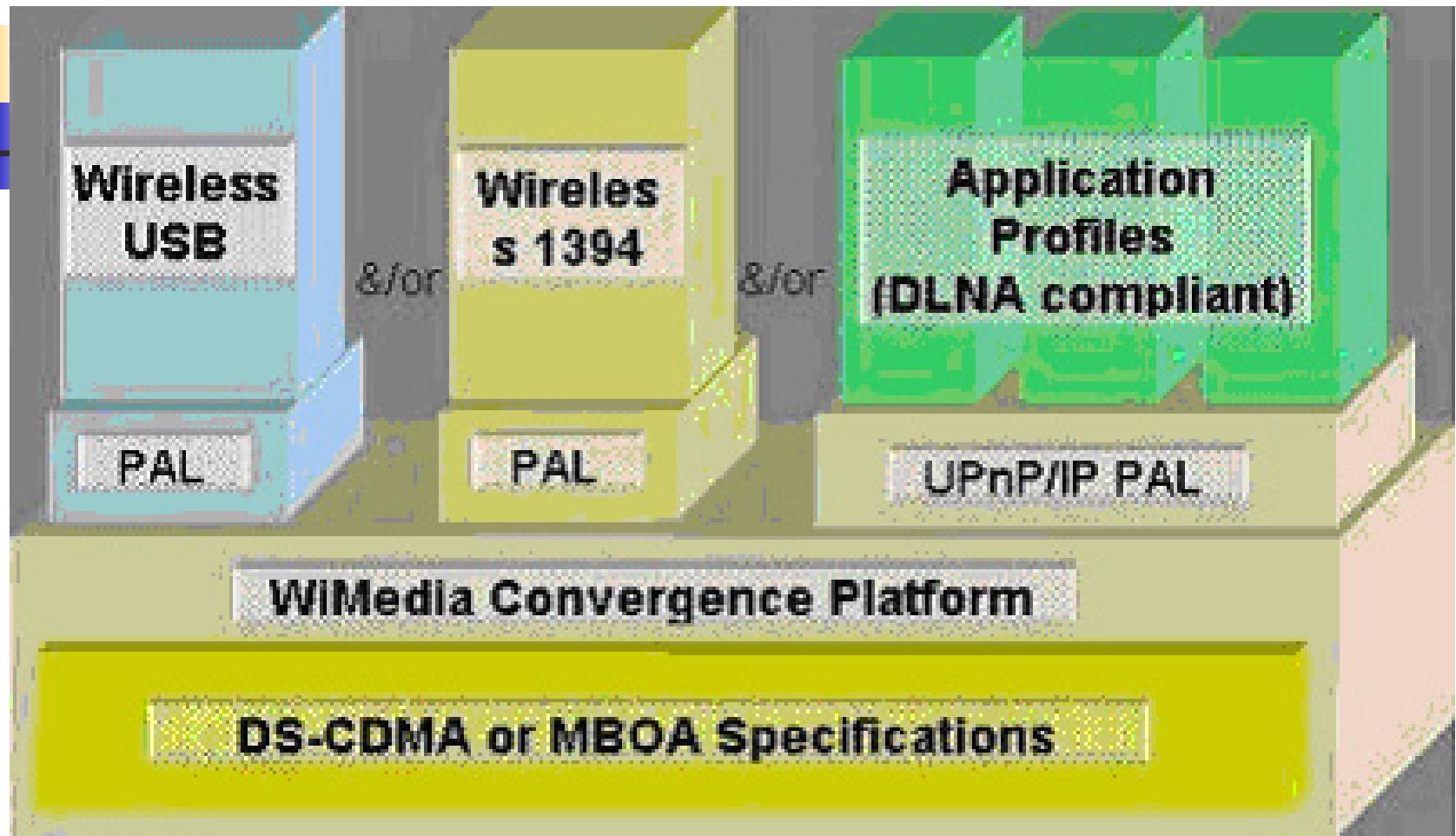
- 1.超宽带的定义
- 2.超宽带的技术特点与应用
- 3. UWB的两大技术标准
- 4. UWB与其他无线通信技术的比较



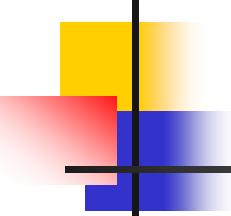
两大技术标准

- 在2002年FCC规定了UWB通信的频谱使用范围和功率限制后，全球各大消费电子类公司及其研究人员从传统窄带无线通信的角度出发，提出了有别于无载波脉冲方案的载波调制超宽带方案

- 2003年，在IEEE802.15.3a工作组征集提案时，Intel、TI和XtremeSpectrum分别提出了
 - 多频带（Multiband）、
 - 正交频分复用（OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing）
 - 直接序列码分多址（DS-CDMA）
- 三种方案，后来多频带方案与正交频分复用方案融合，从而形成了
 - 多频带OFDM（MB-OFDM）
 - DS-CDMA两大方案

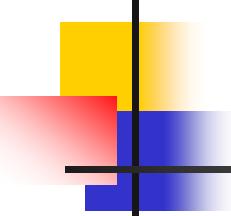


UWB系统架构



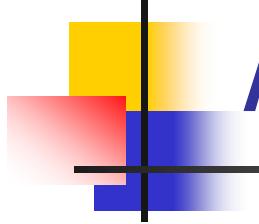
IEEE 1394

- 计算机接口**IEEE 1394**，俗称火线接口，主要用于视频的采集，在INTEL高端主板与数码摄像机(DV)上可见。
- IEEE 1394是由苹果公司领导的开发联盟开发的一种高速度传送接口，数据传输率一般为800Mbps。
- 火线(FireWire)是苹果公司的商标。Sony的产品称这种接口为iLink。
- 随着硬盘价格愈来愈便宜，加上**USB** 2.0开发便宜，速度也不太慢，从而取代了IEEE 1394，成为了外接电脑硬盘及其它周边装置的最常用界面。（IEEE 1394被USB所取代）



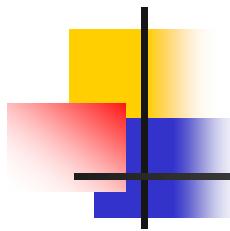
DLNA

- DLNA(Digital Living Network Alliance, 数字生活网络联盟)由索尼、英特尔、微软等发起成立、旨在解决个人PC, 消费电器, 移动设备在内的无线网络和有线网络的互联互通, 使得数字媒体和内容服务的无限制的共享和增长成为可能, 目前成员公司已达280多家。
- DLNA并不是创造技术, 而是形成一种解决方案, 一种大家可以遵守的规范。所以, 其选择的各种技术和协议都是目前所应用很广泛的技术和协议。



AdHoc网络

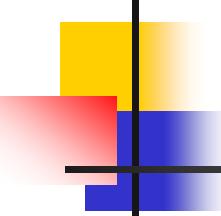
- UWB的MAC层协议支持分布式网络拓扑结构和资源治理，不需要中心控制器，即在**多跳**情况下支持Ad-hoc或mesh组网。在**单跳**情况下支持点对点通信（比如无线usb）
- 作为一个**AdHoc网络**（自组织网络），piconet（微微网）只有在需要通信时才存在，通信结束，网络也随之消失。



无线网络的分类

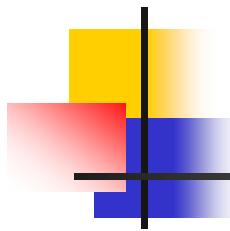
■ 分类标准

- 无线网络中的分组是跨越了一个无线跳还是多个无线跳？
- 网络中是否有基站这样的基础设施？



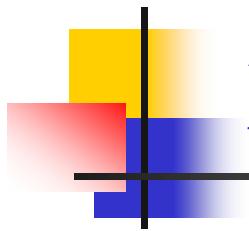
无线网络的分类

- 什么叫基站？感觉基站是既在无线网络中，又在有线网络中的部分（或者说基站是把无线网络连入大网的设备）。
- 那么基站和网关有什么区别？
 - 对无线路由器而言，基站就是网关，因为无线路由器互联的是不同的网络，即有线局域网和无线局域网；
 - 但对蜂窝塔而言，基站只是物理层和链路层的接入设备，因为蜂窝塔互联的有线部分和无线部分是同一个网络，即移动通信网络。



无线网络的分类

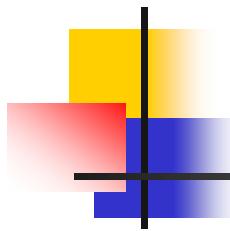
- 1. 单跳，有基础设施
 - 比如ZigBee网络中的**星型拓扑**。协调器算基站，终端到协调器之间只有一跳。
 - 比如**4G网络**。你的手机和基站（蜂窝塔）之间也只有一跳。
 - 比如**wifi网络**。无线路由器（或无线AP）算基站，你的手机和无线路由器之间只有一跳。
 - 此类别应用广泛。



无线网络的分类

■ 2. 多跳，有基础设施

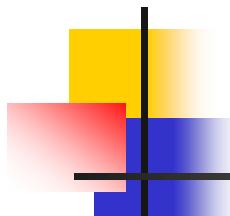
- 比如ZigBee网络中的MESH拓扑和tree拓扑
 - 协调器算基站，终端到协调器之间有多跳◦



无线网络的分类

■ 3. 单跳，无基础设施

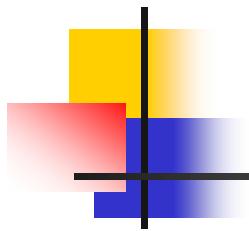
- 比如蓝牙网络中的点对点通信（蓝牙耳机，蓝牙键盘，蓝牙鼠标等）。通信双方是一跳，没有所谓基础设施或基站。
- 比如UWB的无线USB(点对点)通信。



无线网络的分类

■ 4. 多跳，无基础设施

- 比如蓝牙网络中的**Mesh**通信（？灯控网络？）。通信双方（蓝牙开关和LED灯之间）是多跳，**没有**所谓基础设施或基站（？）。
- 比如**UWB**的**Ad-hoc**网络（？（自组织网络），piconet（微微网）只有在需要通信时才存在，通信结束，网络也随之消失）
- 一般认为，**MESH**网络是多跳有基站，**Ad-hoc**网络是多跳无基站。

- 
- 从以上两种技术方案提出之日起，IEEE802.15.3a工作组中就一直不能达成一致。
 - 从技术上来讲，MB-OFDM和DS-CDMA是无法彼此妥协的，DS-UWB曾提出一个通用信令模式，希望与MB-OFDM兼容，但被MB-OFDM拒绝。
 - 经过三年没有结果的争辩竞争，IEEE802.15.3a工作组宣布放弃对UWB标准的制定，工作组随即解散。

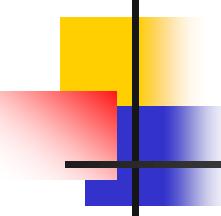
- IEEE802.15.3a工作组解散后，MB-OFDM的支持者WiMedia（无线多媒体，Wireless Multimedia）论坛转而取道ECMA/ISO想要激活标准。
- 2005年12月，WiMedia与ECMA International（国际欧洲计算机制造商协会）合作制定并通过了建立ECMA 368/369标准。
- ECMA 368/369标准基于MB-OFDM技术，支持的速率高达480Mbps以上。
- 上述标准于2007年通过ISO认证，正式成为第一个UWB的国际标准。

- 在UWB相关**应用**方面，**MB-OFDM**已被USB-IF（USB开发者论坛）采纳为**无线USB**的技术；
- 同时，2007年3月份，Bluetooth SIG（Bluetooth Special Interest Group，蓝牙特别兴趣小组）宣布将结合**MB-OFDM**技术和现有蓝牙技术，从而实现新的高速传输应用。
- 相比之下，**DS-CDMA**的发展就略逊一筹

第三节 超宽带 UWB (Ultra Wide Band)

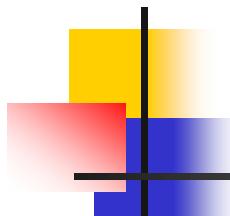
- 1.超宽带的定义
- 2.超宽带的技术特点与应用
- 3. UWB的两大技术标准
- 4. UWB与其他无线通信技术的比较

	IEEE802.11a	Bluetooth	UWB
工作频率	2.4GHz	2.402GHz~2.48GHz	3.1GHz~10.6GHz
传输速率	54Mbps	小于1Mbps	大于480Mbps
通信距离	10m~100m	10m	小于10m
发射功率	1瓦以上	1毫瓦~100毫瓦	1毫瓦以下
空间容量	80Kbps/m ²	30Kbps/m ²	1000Kbps/m ²
应用范围	无线局域网	计算机等家庭和办公室设备互连	近距离多媒体
终端类型	笔记本,台式电脑,掌上电脑,因特网网关	笔记本,移动电话,掌上电脑,移动设备	无线电视,DVD,高速因特网网关
价格	较高	较低	较低



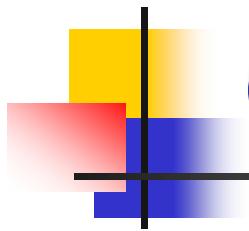
无线物联网通信

- 导言
- ZigBee
- Bluetooth
- 超宽带 (UWB)
- **60 GHz通信**
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网



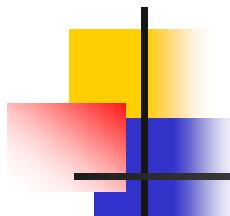
第4节 60GHz通信

- 1 60GHz通信的技术特点
- 2 60GHz标准化进程
- 3 60GHz组网中的非视距传输



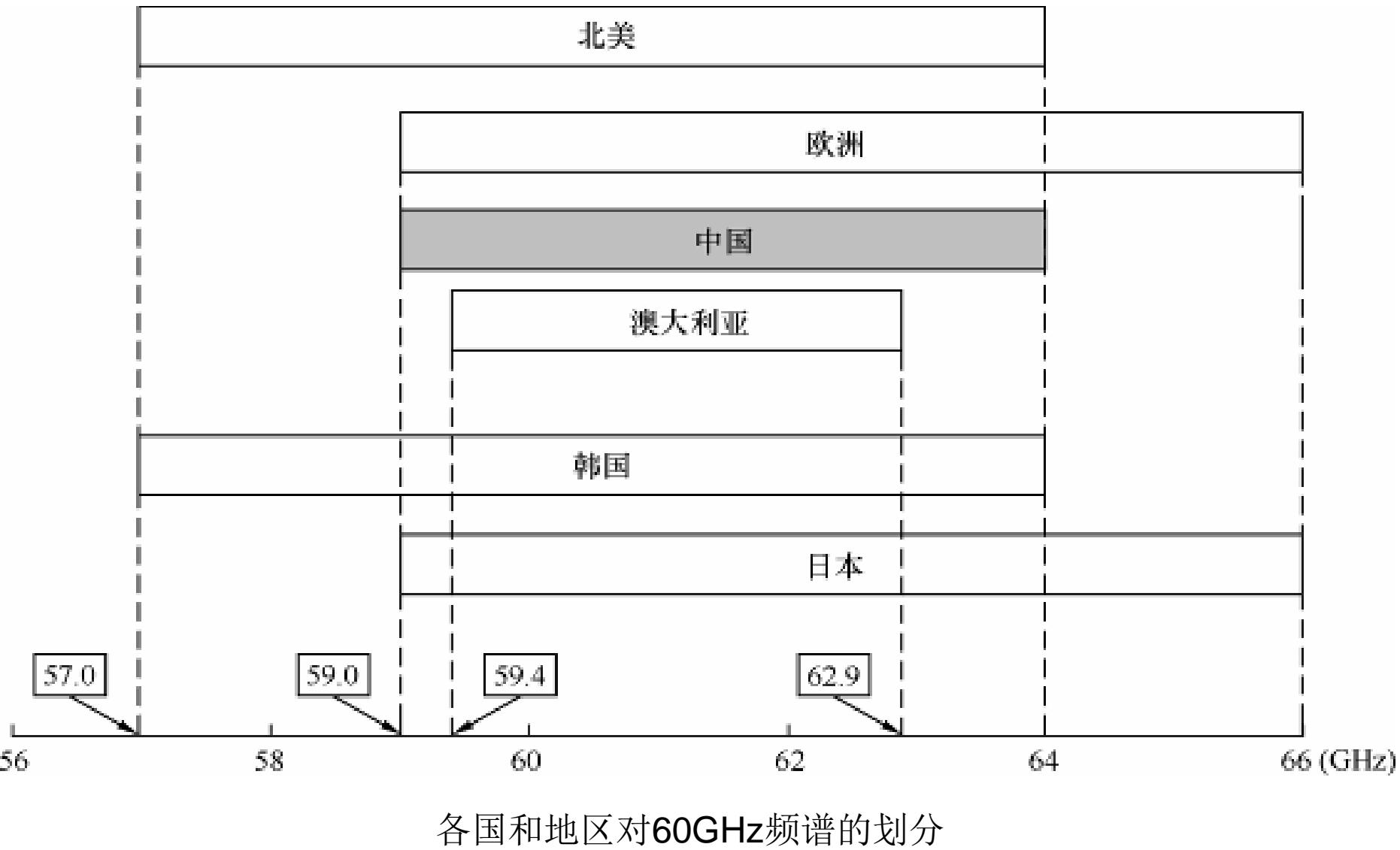
60GHz技术产生背景

- 从理论上看，要进一步提升系统容量，
增加带宽势在必行。
- 但是10GHz以下无线频谱分配拥挤不堪的现状已完全排除了这种可能，因此，要实现超高速无线数据传输还需开辟新的频谱资源。

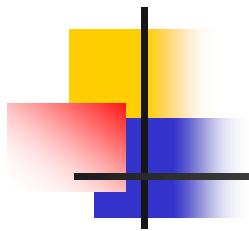


各国60GHz频段

- 各国在60GHz频段附近划分出免许可连续频谱用作一般用途
 - 北美和韩国开放了57~64GHz;
 - 欧洲和日本开放了59~66GHz;
 - 澳大利亚开放了59.4~62.9GHz;
 - 中国目前也开放了59~64GHz的频段。

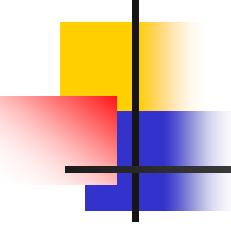


可以看出，在各国和地区开放的频谱中，大约有**5GHz的重合**，这非常有利于开发世界范围内适用的技术和产品



1 60GHz通信的技术特点

- (1) 60GHz信号（属于毫米波）传播特性
 - ① 极大的路径损耗
 - ② 氧气吸收损耗高
 - ③ 绕射能力差，穿透性差



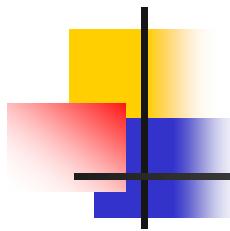
下表对比了各种材料对毫米波和低频电磁波的穿透损耗。此外，测量显示PC显示器之类的物体对60GHz信号的衰减在40dB以上。

表

障碍物穿透损耗

物 质	60GHz	2.5GHz
石膏板	2.4dB/cm	2.1dB/cm
白板	5.0dB/cm	0.3dB/cm
玻璃	11.3dB/cm	20.0dB/cm
网眼玻璃	31.9dB/cm	24.1dB/cm

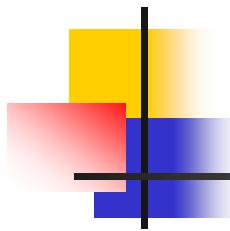
- (2) 60GHz无线通信技术特点
 - ① 定向发射和接收
 - ② 多跳中继
 - ③ 空间复用
 - ④ 单载波调制与OFDM



① 定向发射和接收

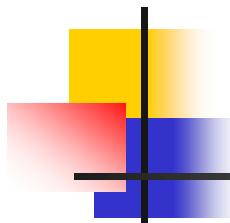
- 定向发射和接收首先能显著减小信号多径时延扩展；
- 其次，定向发射意味着干扰区域的减小，同时毫米波的高衰减特性也缩短了信号的干扰距离，不同链路之间的干扰大为降低。

- 优点：60GHz无线通信在通信的安全性和抗干扰性方面存在天然的优势。
- 缺点：定向发射和接收可能出现因收发设备初始天线方向没有对准而产生的“听不见（deafness）”现象。



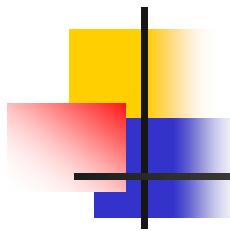
② 多跳中继

- 为了扩大60GHz网络覆盖范围并保持足够高的强健性，可以借助中继利用协同或多跳等方式来进行组网。
- 有实验表明**4跳60GHz系统已可实现与WLAN相同的覆盖范围，并保持每秒数吉比特的超高速率。**



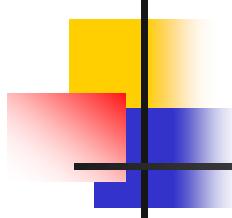
③ 空间复用

- 定向链路之间的低干扰特性意味着允许多条同频通信链路在同一空间内共存，从而有效提升网络容量。



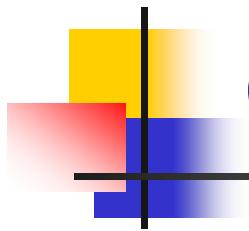
④ 单载波调制与OFDM

- 在60GHz物理层技术方案的选择上，目前有单载波调制和OFDM两大备选技术。可以根据不同的应用和场景结合使用。
- 单载波调制实现成本低，可用于速率在2Gbit/s以下的低端应用。



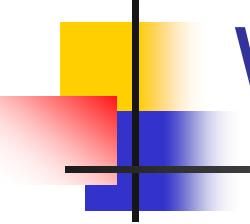
第4节 60GHz通信

- 1 60GHz通信的技术特点
- 2 60GHz标准化进程
- 3 60GHz组网中的非视距传输



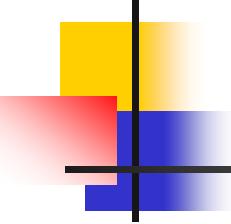
60GHz标准化进程

- 工业界联盟
 - (1) WirelessHD
 - (2) WiGig (重点)
- 标准化组织
 - (3) ECMA
 - (4) IEEE 802.15.3c (TG3c)
 - (5) IEEE 802.11ad (TGad)



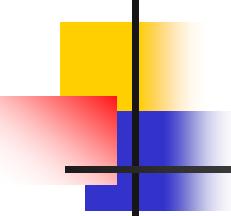
WirelessHD

- 2006年10月，由LG、松下、NEC、三星电子、索尼以及东芝公司组成**WirelessHD**小组，旨在对60GHz技术进行规范，此项技术能在客厅（**以电视为中心，10米范围连接规范**）中以高达**4Gbps**的速度传送未经压缩的高清视频数据
- 2010年1月，WirelessHD 1.0规范扩大到对便携式和个人计算设备的支持，数据速率提高到**10~28Gbps**



WiGig

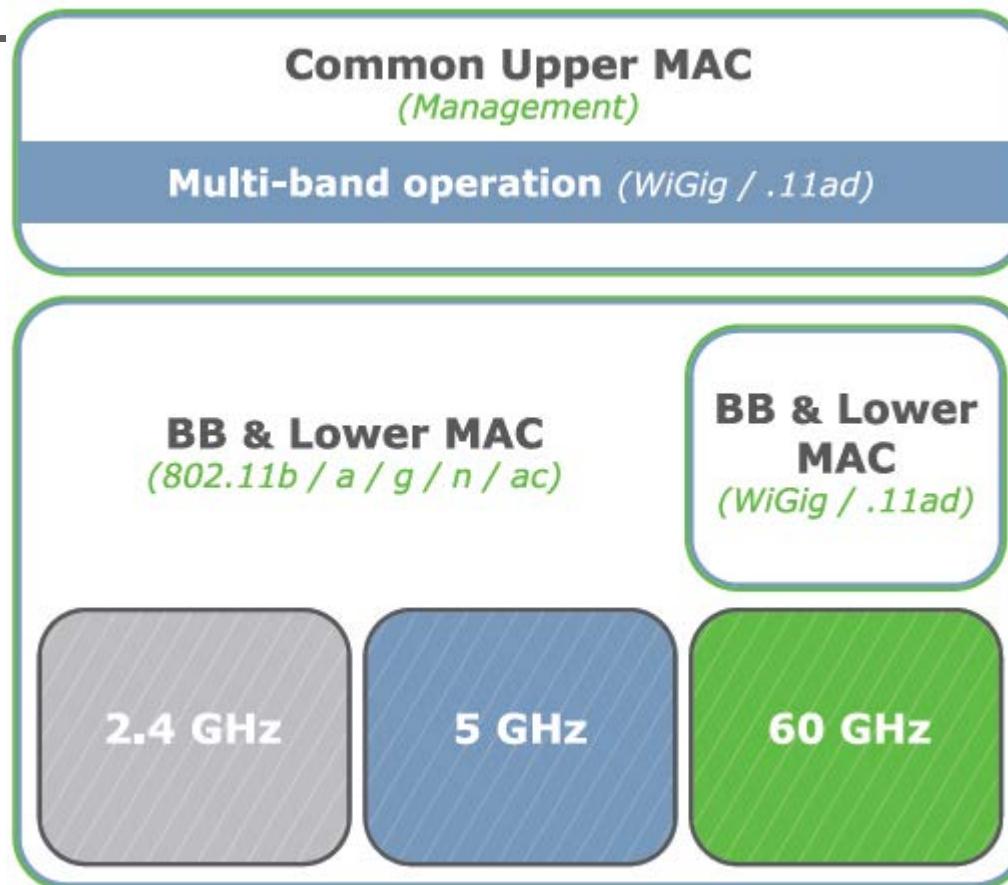
- 2009年5月，Intel、微软、戴尔、三星、LG、松下等成立WiGig（Wireless Gigabit Alliance，无线千兆比特联盟），是一种更快的短距离无线技术，可用于在家中快速传输大型文件，其目标不仅是连接电视机，还包括手机、摄像机和个人电脑。
- 2009年12月，宣布完成了WiGig v1.0的制定，支持高达7Gbps的数据传输速率，比802.11n的最高传输速率快十倍以上
- 重要特点：向后兼容IEEE 802.11标准。



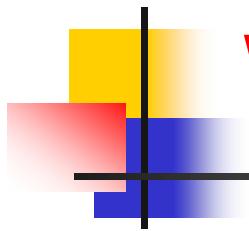
WiGig

- WiGig是无线千兆比特联盟（Wireless Gigabit Alliance）制定的一种短距离无线技术。它兼容于WiFi标准，并且具有如下6个重要特征：
 - 支持最高7Gbps的数据传送速率，是WiFi标准的10倍。
 - 设计初衷不仅是为支持低功耗的移动设备（比如手机），并且也支持高性能设备（比如说台式机），所以它天生具有高级的电源管理技术。
 - 设计基于IEEE 802.11标准（WiFi技术使用的标准），并且支持2.4GHZ, 5GHZ和60GHZ三个频段

WiGig结构图

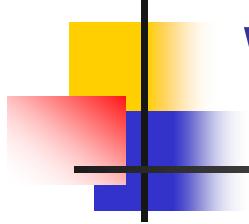


2.4GHz频带的“IEEE802.11g/n”、5GHz频带的“IEEE802.11ac”、
60GHz频带WLAN标准“IEEE802.11ad”



WiGig兼容于WiFi

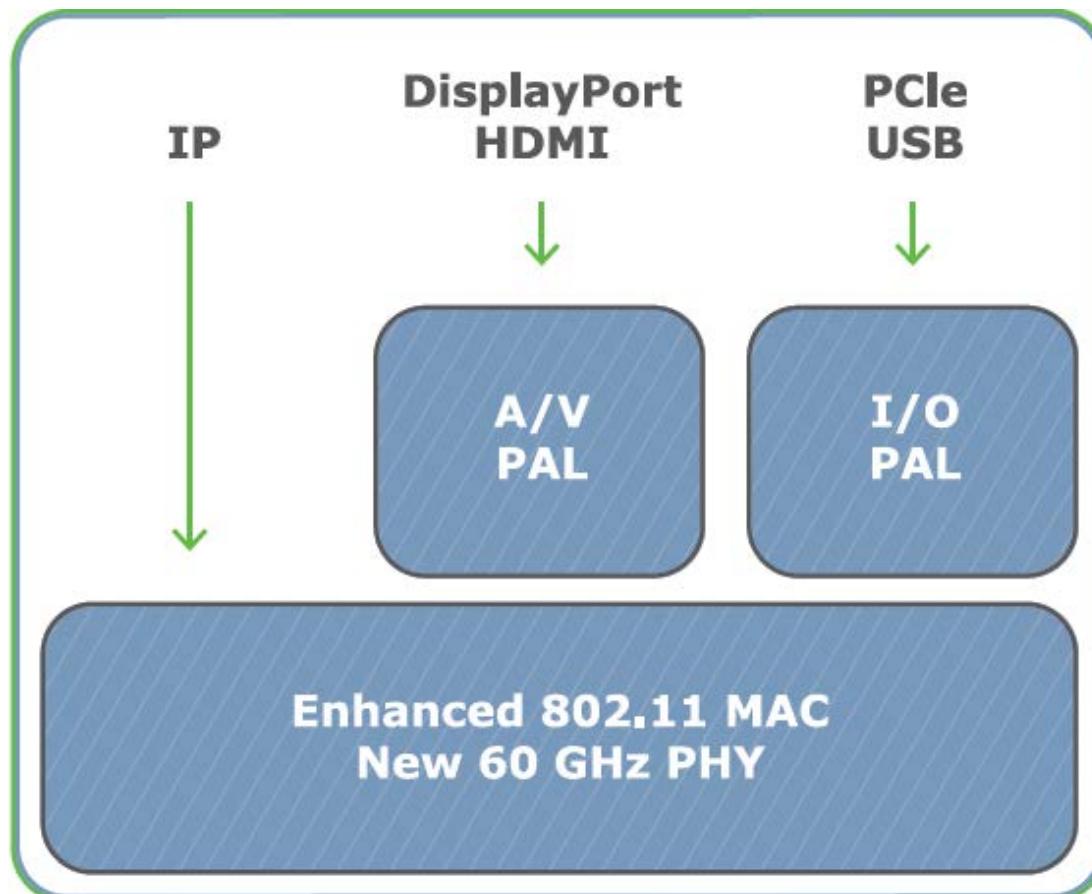
- 多数的WLAN设备不会仅支持“IEEE802.11ad”，而是将其与“IEEE802.11g/n/ac”组合使用
- WiGig认证产品除了可以相互通信以外，还可以自动从“IEEE802.11ad”切换成“IEEE802.11ac”或者“IEEE802.11g/n”。即：在超出WiGig的通信范围时也可自动无缝切换成Wi-Fi。

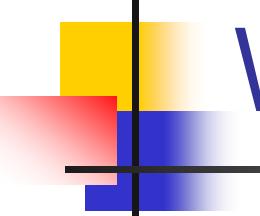


WiGig

- 支持波束成形，提高信号强度，有效传送距离达10米。
- 支持**AES加密**(AES的基本要求是，采用对称分组密码体制，密钥长度的最少支持为128、192、256位)。
- 为HDMI，DisplayPort，USB和PCIe提供高性能的无线实现

WiGig PAL (Protocol Adapter Layer) 结构





WiGig 董事会成员



NVIDIA. Panasonic



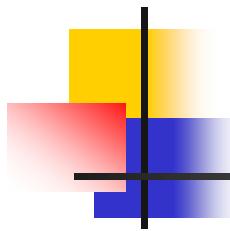
TOSHIBA
Leading Innovation >>>

Wilocity



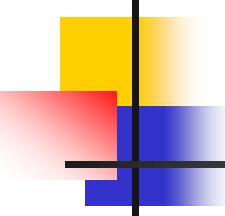
无线传输演示一

- 用WiGig进行了两项无线传输演示。
- 演示之一是通过WiGig以无线方式向显示器传输4K（ 3840×2160 像素）影像信号。在现场演示中，影像可以**不中断地流畅显示**



4K显示分辨率

- 国际电信联盟：
 - 全高清 Full HD (1920×1080像素)
 - 超高清 Ultra HD (Ultra High-Definition)--
4K分辨率 (3840×2160 像素) , 4K显示分
辨率相当于1080p的4倍
 - 超高清 Ultra HD:8K分辨率 (7680×4320像
素)

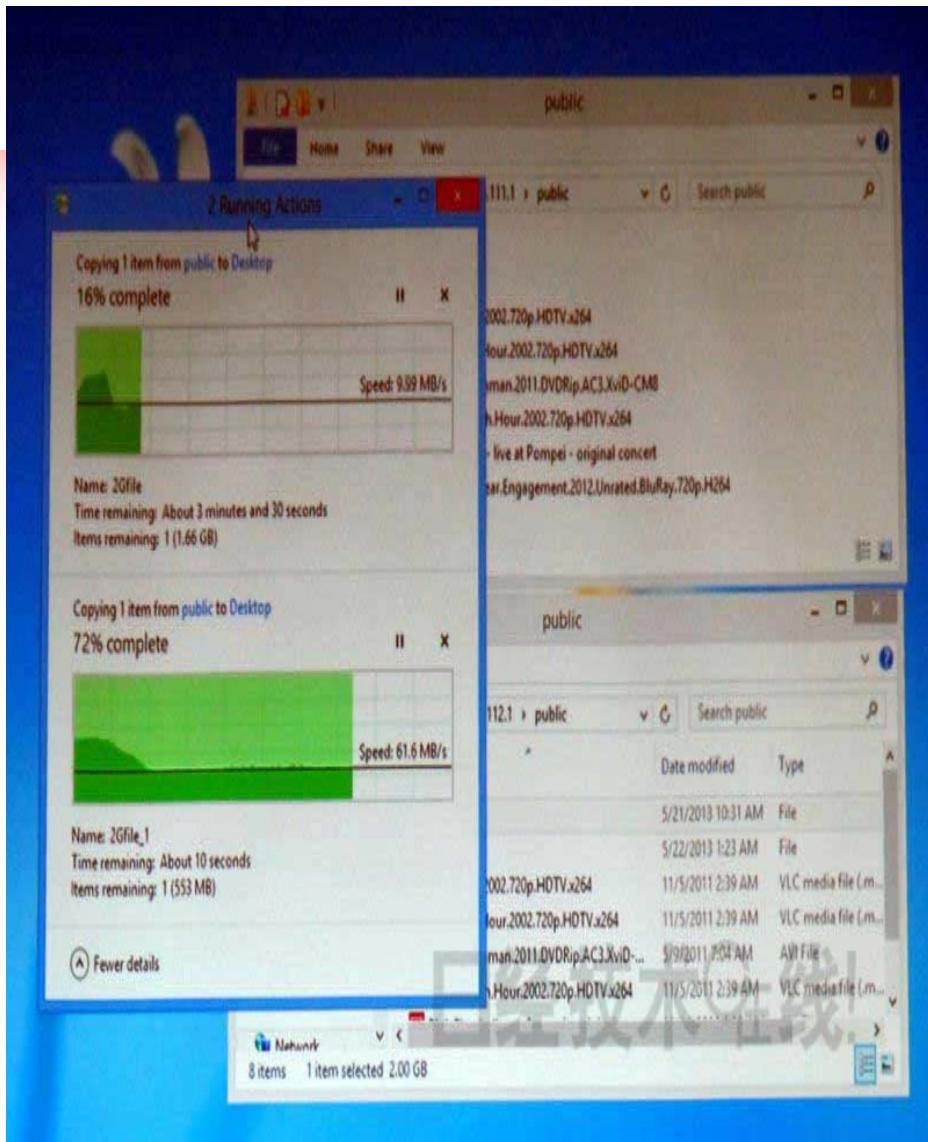


4K显示分辨率

- 消费电子协会 CEA (Consumer Electronics Association) 要求，所有的消费级显示器和电视机必须满足以下几个条件之后，才能贴上“超高清 Ultra HD”的标签。
 - 首先屏幕最小的像素必须达到 800 万有效像素 ($3840 \times 2160 = 8294400$)，
 - 在不改变屏幕分辨率的情况下，至少有一路传输端可以传输 4K 视频，纵横比至少为 16:9

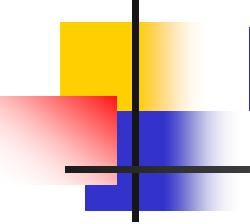
无线传输演示二

- 另一个演示是通过Wi-Fi（IEEE 802.11n）和WiGig（IEEE 802.11ad）传输相同的数据，对通信速度进行比较。Wi-Fi的通信速度为10MB/秒左右，而WiGig为几十MB/秒左右，比前者快好几倍



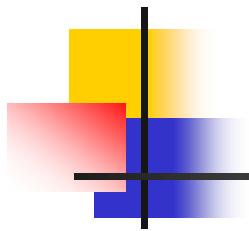


- 2008年12月，**ECMA**（欧洲计算机制造商协会）公布了60GHz标准ECMA-387.
- 可支持1.728G 符号/s的符号速率。
- 在未使用信道绑定的情况下，数据速率高达6.350Gbps
- 将相邻的2个或3个频段绑定，可以获得更高的数据速率。



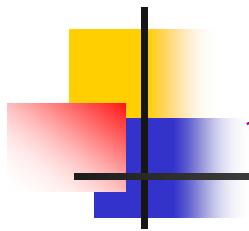
IEEE 802.15.3c (TG3c)

- 2005年3月IEEE设立了**802.15.3c**小组，其主要目的是进行**60GHz**无线个域网（WPAN）的物理层和MAC层的标准化工作。
- 2009年10月TG3c小组宣布已通过IEEE 802.15.3c-2009标准，可提供最高数据速率超过5Gbit/s。
- 其中，**WirelessHD 1.0**规范作为一种工作模式被**IEEE 802.15.3c**标准所接纳。



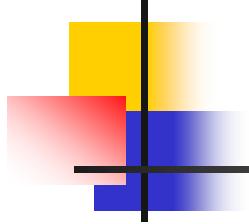
IEEE 802.11ad (TGad)

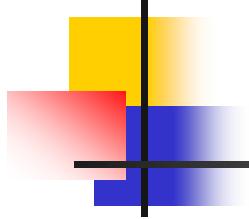
- IEEE 802.11小组于2009年1月启动IEEE 802.11ad标准制定工作，目标是制定60GHz频段的WLAN技术规范。
- TGad是从审议现行高速WLAN IEEE 802.11n后续标准的工作组“VHT (Very High Throughput, 极高吞吐量)”派生出来的工作组之一。
- WiGig联盟表示将与新兴的新一代Wi-Fi规格 IEEE 802.11ad结盟

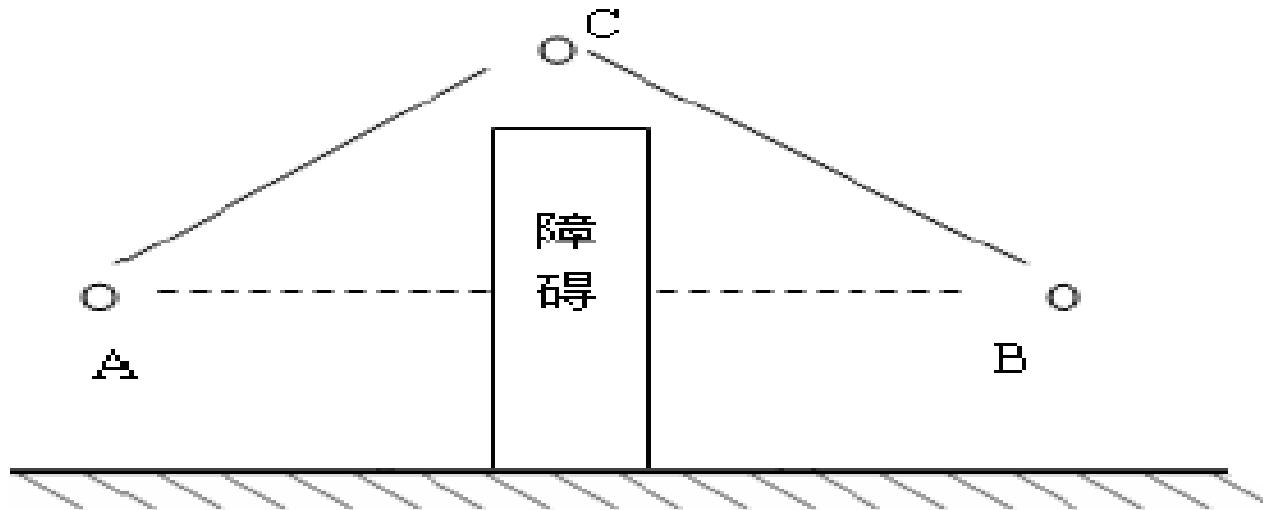


第4节 60GHz通信

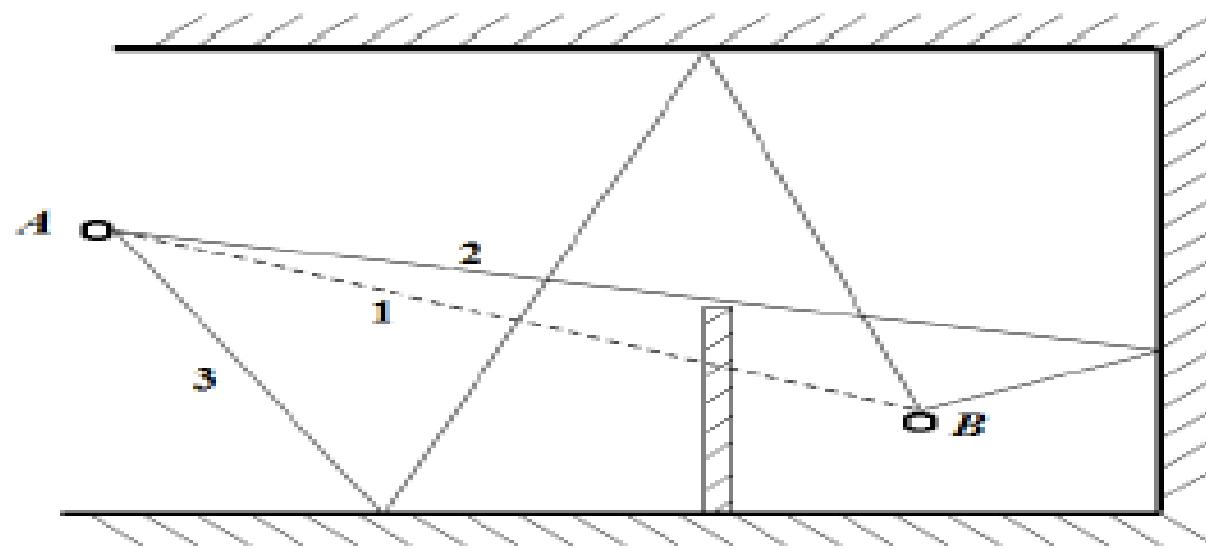
- 1 60GHz通信的技术特点
- 2 60GHz标准化进程
- 3 60GHz组网中的非视距传输

- 
- 60GHz 毫米波衍射能力不强，采用**定向天线**后，无线信号的能量具有其高度的方向性，**通信信号基本是直线传输**。
 - 另一方面，**60GHz 毫米波穿透力较弱**，穿透一般办公室常见障碍，如普通墙体等衰减都在几dB 到几十dB。
 - 因此，60GHz 毫米波只能视距传输。

- 
- 如何实现非视距传输是60GHz 毫米波应用于无线个域网(WPAN)和无线局域网(WLAN) 的关键技术



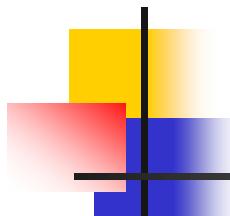
(a) 路由实现非视距传输



(b) 反射实现非视距传输

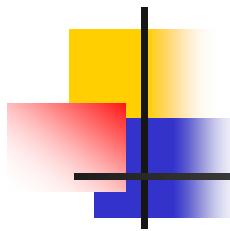
- 一般地，在无线网络中，需要通过路由，使60GHz毫米波能够灵活地绕过障碍，实现网络连接。
- 比如，当两点之间存在障碍物，但两点都能和第三点实现视距连接，这时可以通过第三点路由从而保证这两点之间的网络通信，如图(a)所示

- 对于室内环境，通过调整毫米波在墙体、移动物体上的反射角度，也可以间接联网，如图（b）所示



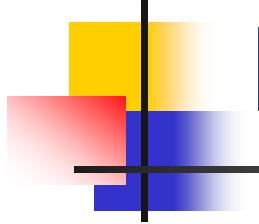
无线物联网通信

- 导言
- ZigBee
- Bluetooth
- 超宽带 (UWB)
- 60 GHz通信
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网



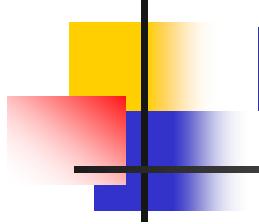
无线LAN通信技术

- 无线局域网的标准主要包括
 - IEEE802.11
 - IEEE802.11b
 - IEEE802.11a
 - IEEE802.11g
 - IEEE802.11n



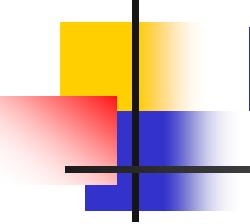
IEEE802.11 (WiFi1)

- IEEE802.11标准于1997年6月公布，是第一代无线局域网标准。
- IEEE802.11工作在2.4GHz开放频段，支持1Mbps和2Mbps的数据传输速率。



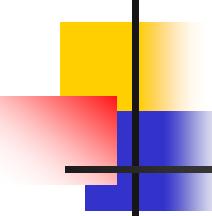
IEEE802.11b (WiFi2)

- 1999年9月通过的IEEE802.11b工作在2.4GHz~2.483GHz频段。
- 802.11b数据速率可以为**11Mbps**、5.5Mbps、2Mbps、1Mbps或更低，**根据噪音状况自动调整**。当工作站之间距离过长或干扰太大、信噪比低于某个门限时，传输速率能够从11Mbps自动降到5.5Mbps，或者根据直接序列扩频技术调整到2Mbps和1Mbps。



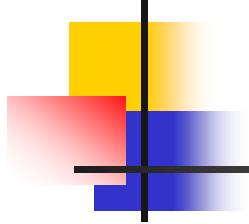
IEEE802.11a (WiFi3)

- 和802.11b相比， IEEE802.11a在整个覆盖范围内提供了更高的速度， 其速率高达**54Mbps**。
- 它工作在**5GHz频段**， 与802.11b一样在MAC层采用CSMA / CA协议。物理层采用正交频分复用(OFDM)代替802.11b的DSSS来传输数据



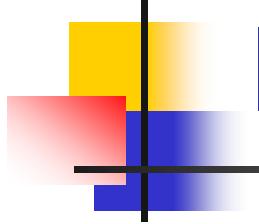
IEEE802.11g (WiFi3)

- 为了解决IEEE802.11a与802.11b的产品因为频段与物理层调制方式不同而无法互通的问题，IEEE又在2001年11月批准了新的802.11g标准。
- 802.11g既适应传统的802.11b标准，在**2.4GHz**频率下提供每秒**11Mbps**的传输速率；也符合802.11a标准，在**5GHz**频率下提供**54Mbps**的传输速率。
- 802.11g中规定的调制方式包括802.11a中采用的OFDM与802.11b中采用的CCK。通过规定两种调制方式，既达到了用2.4GHz频段实现802.11a 54Mbps的数据传送速度，也确保了与802.11b产品的兼容



IEEE 802.11g

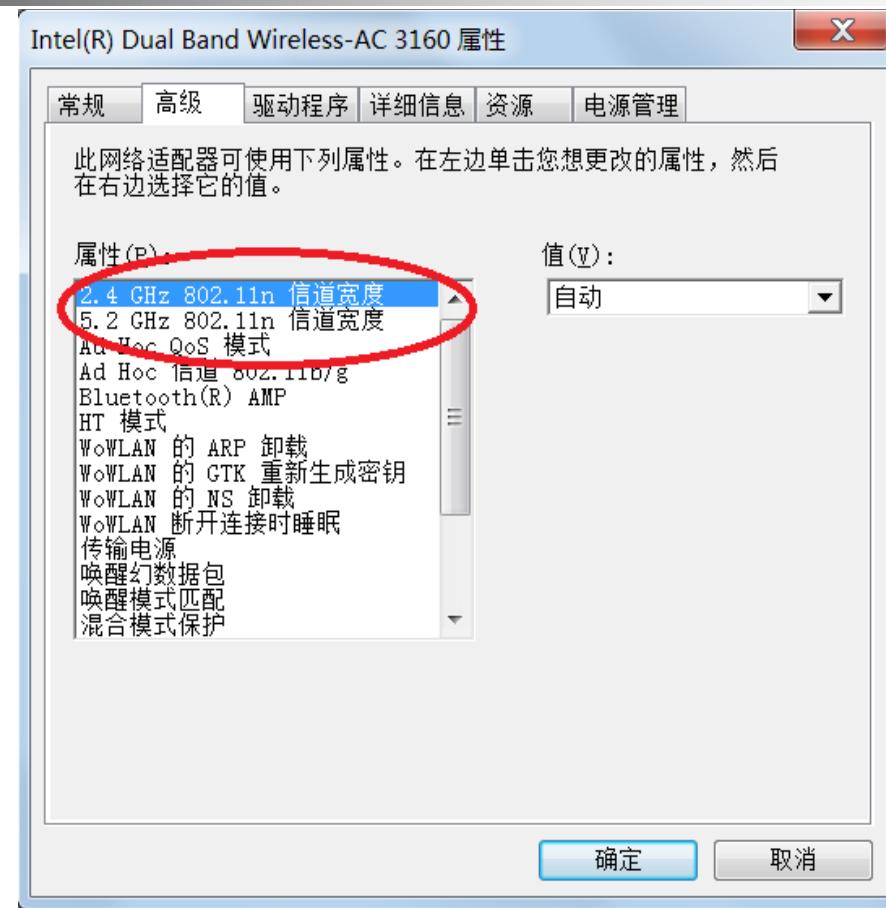
- 目前无线路由器产品支持的主流协议标准为 IEEE 802.11g 和 IEEE 802.11n，并且向下兼容 802.11b。
- IEEE802.11b 与 802.11g 标准是可以兼容的，它们最大的区别就是支持的传输速率不同，前者只能支持到 11M，而后者可以支持 54M。
- 而后推出的 **802.11g+** 标准可以支持 108M 的无线传输速率，传输速度可以基本与有线网络持平。

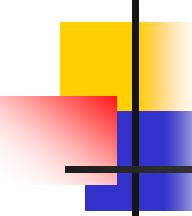


IEEE 802.11n (WiFi4)

- ⑩ **IEEE 802.11n**, 更高传输速率(300 Mbit/s甚至高达600Mbps)的改善，支持多输入多输出技术（Multi-Input Multi-Output， MIMO）。
- ⑩ 曾是WiFi无线路由器的主流技术。

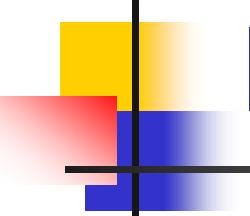
笔记本支持的11n属性





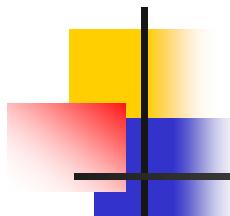
802.11n

- 在**传输速率**方面，802.11n可以将WLAN的传输速率由目前802.11a及802.11g提供的54Mbps，提高到**300Mbps甚至高达600Mbps**。得益于将MIMO（多入多出）与OFDM（正交频分复用）技术相结合而应用的MIMO OFDM技术，提高了无线传输质量，也使传输速率得到极大提升。
- 在**覆盖范围**方面，802.11n采用智能天线技术，通过多组独立天线组成的天线阵列，可以动态调整波束，保证让WLAN用户接收到稳定的信号，并可以减少其它信号的干扰。因此其**覆盖范围可以扩大到好几平方公里**，使WLAN移动性极大提高。
- 在**兼容性**方面，802.11n采用了一种软件无线电技术，它是一个完全可编程的硬件平台，使得不同系统的基站和终端都可以通过这一平台的不同软件实现互通和兼容，这使得WLAN的兼容性得到极大改善。这意味着WLAN将不但能**实现802.11n向前后兼容，而且可以实现WLAN与无线广域网络的结合，比如3G**。



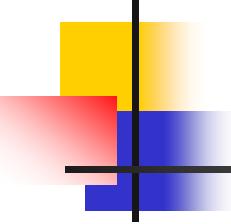
IEEE 802.11ac (WiFi5)

- IEEE 802.11ac是IEEE 802.11n的继承者，工作在**5.8GHz**。最终理论传输速度将由802.11n最高的300Mbps跃升至1Gbps。当然，实际传输率可能在**300Mbps～400Mbps**之间，接近目前802.11n实际传输率的**3倍**(802.11n无线路由器的实际传输率为75Mbps～150Mbps之间)，完全足以在一条信道上同时传输多路压缩视频流。
- 目前出售的**4天线或更多天线的无线路由器**都至少包含有3个802.11n 2.4GHz天线以及一个802.11ac 5GHz天线，信息传输速率大增。



802.11ac 2.0标准

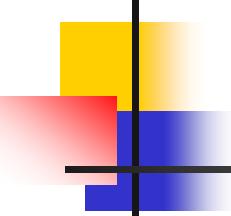
- 作为802.11ax之前的过渡方案，802.11ac将从2015年、2016年开始进入第二个生命周期，既所谓的802.11ac 2.0标准。
802.11ac 2.0标志性的改变就是引入MU-MIMO技术改善网络拥堵，1.0版的802.11ac最多只支持3个空间流，而在2.0版标准中，这个数字将被提升为8个。
- 比如**D-Link AC5300 DIR-895L/R**路由器，6天线设计，支持MU-MIMO和802.11ac 2.0标准。



802.11ax (WiFi6)

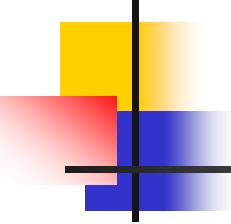
- 它和802.11ac一样工作在5GHz频段，不同之处在于802.11ax使用了**MU-MIMO**（Multi-User Multiple-Input Multiple-Output）技术，将信号在时域、频域、空域等多个维度上分成**四个不同的“信号通道”**，每一个“信号通道”能单独与一台设备进行通信，看起来就像是把**一条高速公路分成了四个不同的车道**，通信效率成倍提高。
- 至于**网络拥堵**问题，MU-MIMO会是一个不错的解决方案，有了它，路由器能在**同一个时间内和更多设备通讯**，能很大程度上避免网络拥挤。
- 802.11ax标准的首要目标是将无线网络客户端速度提升4倍。华为是802.11ax标准的积极推动者，据说在华为通信实验室内部，802.11ax早已实现**2Gbps**的实际数据传输速度（注意：不是理论值！），而华为宣称最大速度可达**10.53Gbps**。

协议	发布日期	Op. 标准频宽	实际速度 (標準)	实际速度 (最大)	范围 (室内)	范围 (室外)
Legacy	1997	2.4-2.5 GHz	1 Mbit/s	2 Mbit/s	-	-
802.11a	1999	5.15-5.35/5.47-5.725/5.725-5.875 GHz	25 Mbit/s	54 Mbit/s	约30米	约45米
802.11b	1999	2.4-2.5 GHz	6.5 Mbit/s	11 Mbit/s	约30米	约100米
802.11g	2003	2.4 GHz or 5 GHz bands	25 Mbit/s	54 Mbit/s	约30米	约100米
802.11n (初版) 2007 (Linksys)	2006 (初版) 2007 (Linksys)	2.4 GHz or 5 GHz bands	200 Mbit/s	300 Mbit/s	约50米	约300米
802.11p	2009	5.86-5.925 GHz	3 Mbit/s	27 Mbit/s	约300米	约1000米



WiGig

- 兼容IEEE 802.11ad
- 运行频率在60GHz附近
- 极快的传输速度：支持最高7Gbps的数据传送速率
- 覆盖范围小，传输距离小于10m
- 视距传输，无法穿墙
- 应用范围：室内娱乐，比如将电影传送到电视机或Wi-Fi音箱等周边设备
- 2016年完成标准制定（推迟了，原来是预计2014年推出标准和相应的产品）

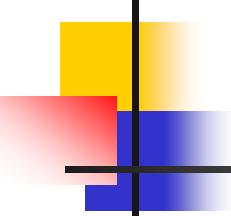


IEEE 802.11ah

- 运行频率在900MHz附近
- 传输速度很慢：支持100kbps以上的数据传送速率
- 覆盖范围广，传输距离1公里以上
- 可以穿墙
- 应用范围：传感器网络，物联网，比如利用联网的传感器监测土壤的温度和湿度等。与ZigBee等技术形成竞争。
- 2016年完成标准制定

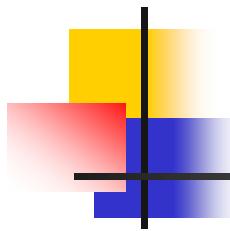
比较项目	GPRS/GSM/C DMA	WiFi 802.11b	蓝牙 802.15.1	ZigBee 802.15.4
应用重点	语音、数据	Web、 Email、图 像	电缆替代 品	监测、控 制
电池寿命 (天)	1至7	0.5至5	1至7	100至 1000+
网络大小	1	32	7	255/65000
带宽 (Kbps)	64-128+	11000+	720	20-250
传输距离 (米)	1000+	1-100	1-10+	1-100+
成功原因	覆盖面大，质 量高	速度快， 灵活	价格便宜， 方便	可靠，低 功耗，价 格便宜





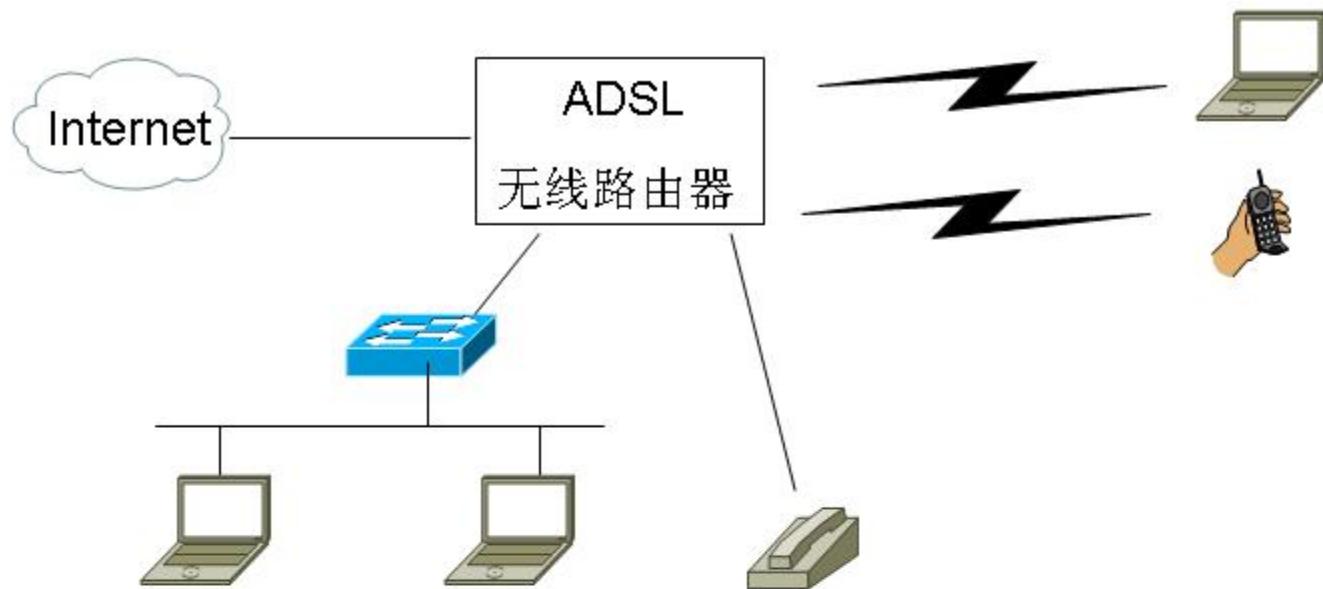
无线路由器(内置ADSL)

- 1. **内置ADSL2+ MODEM**。适合中国线路。保证在国内良好的使用。最高下行速度可达24M
- 2. **内置802.11G 54M无线功能**。兼容11M的802.11b的无线设备。
- 3. **内置一口10/100M 网卡接口**,连接交换机,可满足多户共享宽带的要求。
- 4. **内置一个USB的网卡接口**,即便你电脑没有网卡,也可上网。
- 5. **内置语音网关**,可直接连接电话机,省去了外接语音分离器的麻烦。

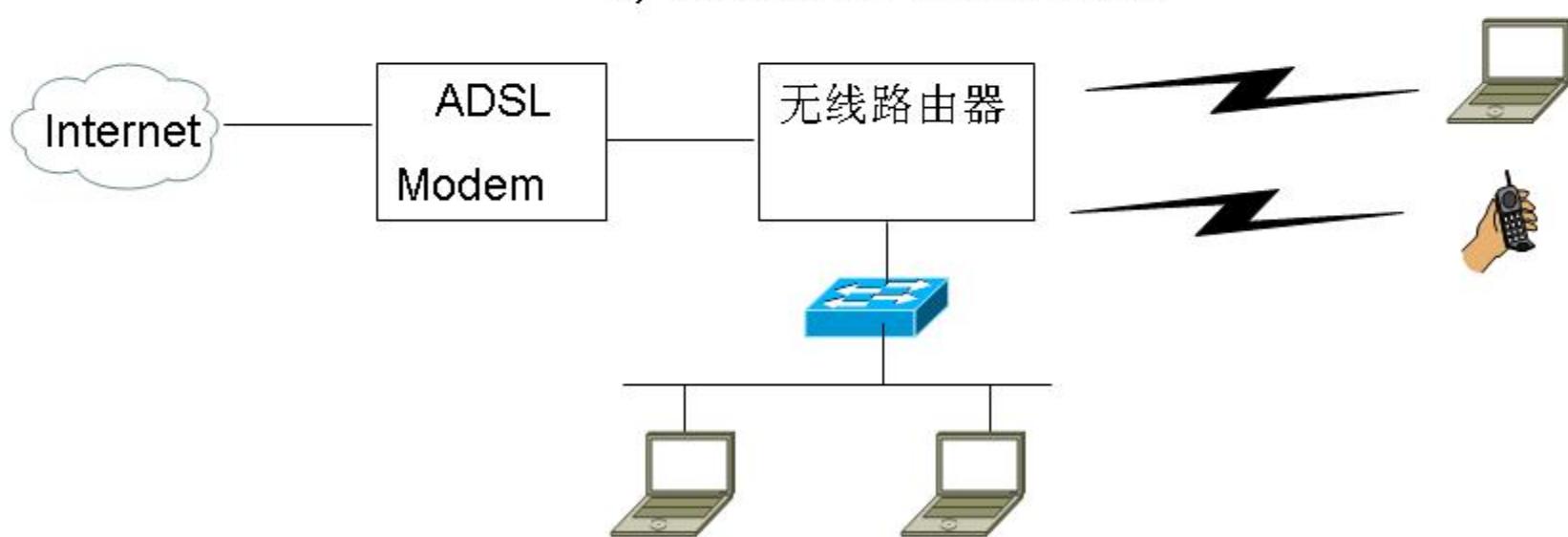


无线路由器（不内置ADSL）

- 常见的无线路由器（TPLINK）一般都有一个**RJ45口为WAN口**，也就是UPLink到外部网络的接口，其余**2-4个口为LAN口**，用来连接普通局域网，内部有一个网络交换机芯片，专门处理LAN接口之间的信息交换。
- 无线路由器可以与ADSL MODEM(家庭网关，ADSL用户端设备，华为产品)或CABLE MODEM直接相连，也可以在使用时通过交换机/集线器、宽带路由器等局域网方式再接入

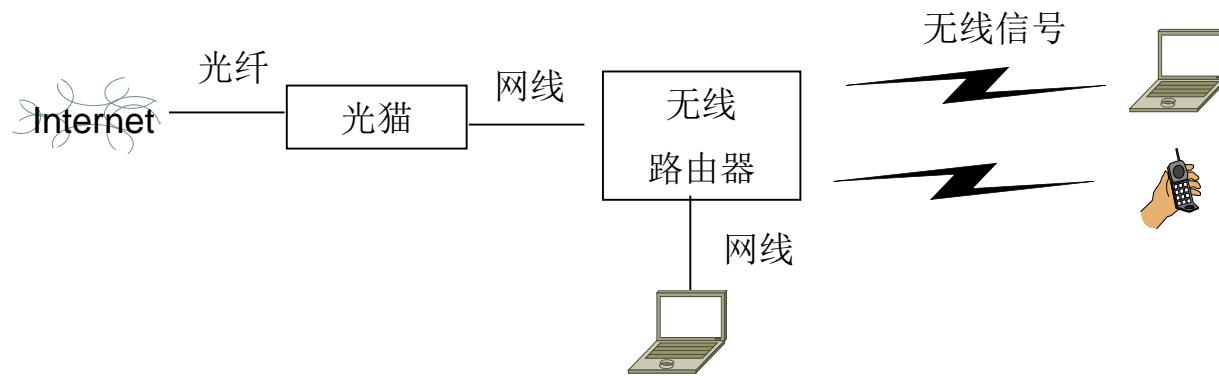


a) 无线路由器（内置ADSL）

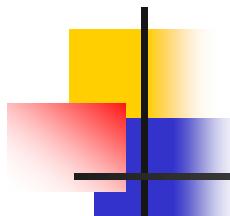


b) 无线路由器（外置ADSL）

家庭最优接入方式

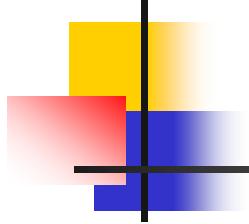


- 无线路由器+光猫的接入方式。
- 从用户端而言，固定线路用户（电脑）用网线接入无线路由器，无线用户（含手机和电脑）直接通过无线电波接入无线路由器。
- 从广域网接入部分而言，无线路由器通过PON modem(光猫)接入Internet。



在手机上启动WLAN

- 用手机点开WLAN图标，启动WLAN并搜索周围环境中的wlan 访问点（AP），出现1个或多个AP图标，选择一个信号最强的，点击“添加”菜单进行配置，配置时只需要输入密码（得有人告诉你密码），配置完之后点击“连接”，出现提示框，表明连接成功，手机界面的图标之间增加了一条连接线，表明连接成功。然后就可以上网了。

- 
- 问题：一开始不知道需要配置密码，也没发现手机界面的图标之间多了连接线，就直接去上网了，还可以上去，以为配通了，其实是用手机的GPRS或3G上的网。

笔记本作为Wifi无线路由器

The screenshot shows the homepage of the Liebao WiFi website (<http://wifi.liebao.cn/>). The page features a large orange background with white text. At the top, there is a navigation bar with links to '首页', '万能驱动', '更新日志', '帮助中心', '厂商合作', and '论坛'. A search bar is also present. On the right side, there is a sidebar with a green '分享到...' button and a blue ribbon banner that says '开学必装神器'. In the bottom left corner, there is a cartoon character named '小豹' with a speech bubble saying '求包养'.

猎豹免费WiFi

永久免费
无线路由器

从此手机免费上网

下载猎豹WiFi+浏览器极速套装

下载猎豹免费WiFi5.1

论坛尝鲜版>>

求包养

截一下关注
马上包养小豹

关注

关闭

产品介绍

如何操作

53% OK/s OK/s

猎豹Wifi安装成功后的界面



台式机上添加USB无线wifi网卡

京东商城 JD http://item.jd.com/870975.html 猎豹WiFi_百度搜索 猎豹免费WiFi-随身WiFi共享... JD USB 无线wifi - 商品搜索 - 京东 JD 【EDUPEP-MS1558】 EDU... X

全部商品分类 首页 服装城 美妆馆 超市 全球购 闪购 团购 拍卖 金融 智能

电脑、办公 > 网络产品 > 网卡 > EDUPEP-MS1558

EDUP (EDUP) EP-MS1558 300M 无线网卡 支持软AP WiFi 发射接收器

网络大爆发，就是要你爽，领券最高立减100，打白条，钱包付，重重优惠重磅来袭！11.1-11.4等你来HIGH！抢抢抢！！！（秒杀、特价商品不参加优惠券立减）

京东价：**¥49.00** (降价通知)

促销信息：加价购 满5.00另加6.00元，或满10.00另加49.00元，即可购买热销商品 [详情](#)

配送至：北京朝阳区三环以内 有货，支持 79免运费 | 货到付款

服务：由京东发货并提供售后服务。15:00前完成下单，可预约今晚送达

选择颜色：**2.4G 300M穿墙王** **2.4G/5.8G 双频穿墙王** **2.4G 中继器**

2.4G 电视网卡 **2.4G/5.8G AC网卡** **2.4G 室内大功率**

2.4G/5.8G 双天线

京东服务：**延长保修1年 ￥49.00** **赢电器买单特惠第二年只换不修 ￥29.00**

第二年只换不修 ￥39.00 [详情](#)

白条分期：**不分期 0手续费** **¥16.58×3期 含手续费** **¥8.41×6期 含手续费** **¥4.33×12期 含手续费** **¥2.29×24期 含手续费**

[登录](#) 后确认是否享有白条服务 [什么是白条分期？](#)

1 加入购物车

EDUP 无线 网络·视频·音频

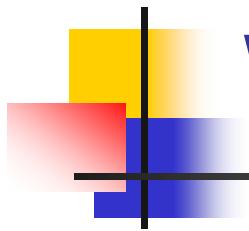
EDUP官方旗舰店 京东自营

联系客服 问JIMI

进入店铺 关注店铺

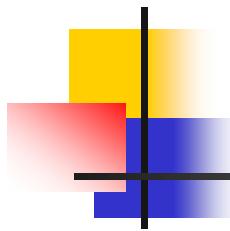
服务支持：北京超市节 自提 夜间配

网购先赔 易迅 49 1号店 49 苏宁易购 49 放心网购，被卖我赔！ 53% 8K/s 1.1K/s



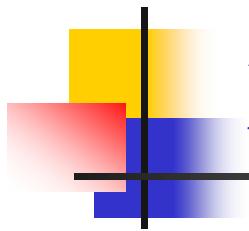
Wi-Fi Direct(Wi-Fi直连)

- 2010年10月，Wi-Fi Alliance（wi-fi联盟）发布Wi-Fi Direct白皮书。Wi-Fi Direct标准是指允许无线网络中的设备无需通过无线路由器即可相互连接。
- 与蓝牙技术类似，这种标准允许无线设备以点对点形式互连，而且在传输速度与传输距离方面则比蓝牙有大幅提升。
- Wi-Fi Direct标准将会支持所有的Wi-Fi设备，从11a/b/g至11n，不同标准的Wi-Fi设备之间也可以直接互联



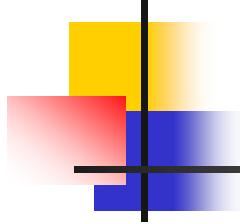
Wi-Fi Direct(Wi-Fi直连)

- 利用这种技术，手机、相机、打印机、PC与游戏设备将能够互相直接连接，以迅速而轻松地传输内容、共享应用。
- 在手机—手机的应用中，Wi-Fi直连相当于用比蓝牙高的速率在手机之间传输图片和文件。
- 在PC-PC的应用中，Wi-Fi直连相当于无线版的飞鸽传书。
- 苹果早在iPad2和iPhone4S上就支持Wi-Fi直连，Android4.0也支持Wi-Fi直连，目前Windows 8也开始支持Wi-Fi直连。



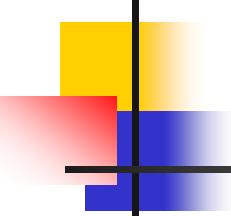
无线物联网通信

- 导言
- ZigBee
- Bluetooth
- 超宽带 (UWB)
- 60 GHz通信
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网



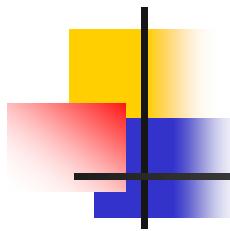
IEEE 802.16

- IEEE 802.16: 宽带无线 MAN 标准 — WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), 即全球微波互联接入
- IEEE 802.16 是为用户站点和核心网络（如：公共电话网和 Internet）间提供通信路径而定义的无线服务。
- 无线 MAN 技术也称之为 WiMAX。这种无线宽带访问标准解决了城域网中“最后一英里”问题，因为 DSL、光缆及其它带宽访问方法的解决方案要么行不通，要么成本太高。



WiMax

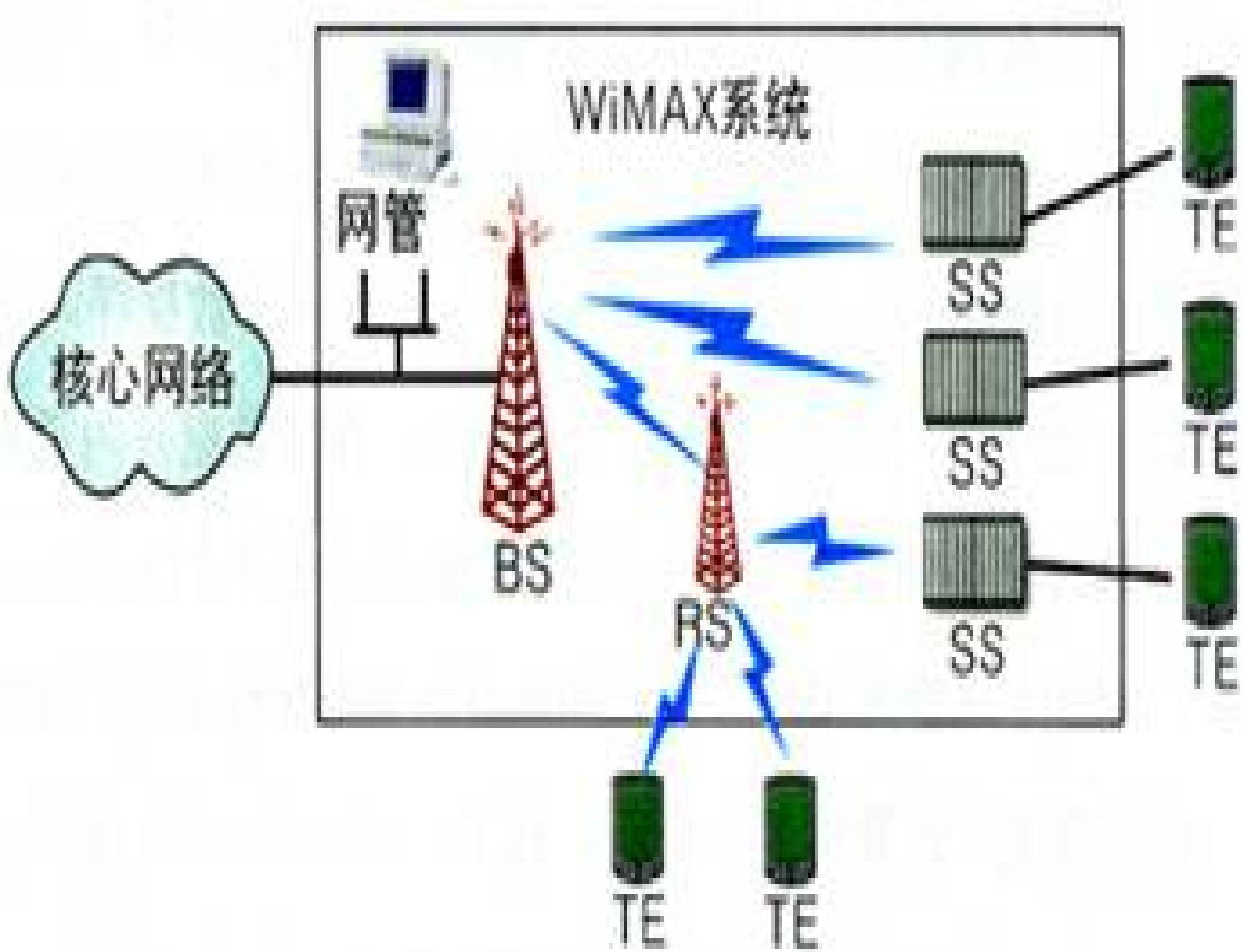
- WiMAX是一项新兴的宽带无线接入技术，能提供面向互联网的高速连接，数据传输距离最远可达50km。
- WiMAX还具有QoS保障、传输速率高、业务丰富多样等优点。
- WiMAX的技术起点较高，采用了代表未来通信技术发展方向的OFDM/OFDMA、AAS(Adaptive Antenna System 自适应天线系统)、MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 等先进技术
- 随着技术标准的发展，WiMAX逐步实现宽带业务的移动化，而3G则实现移动业务的宽带化，两种网络的融合程度会越来越高
- 2007年10月，WiMax成功获得国际电联的批准，跻身3G标准之列。

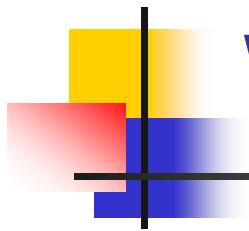


版本变更

- IEEE 802.16-2004（2004年推出，又称IEEE 802.16d，或称为Fix WiMAX）
- IEEE 802.16e（2005年推出，或称为Mobile WiMAX，支持终端移动性，由不支持切换变成支持切换）
- IEEE 802.16m（迈向4G，802.16m标准可支持超过300Mbps的下行速率）

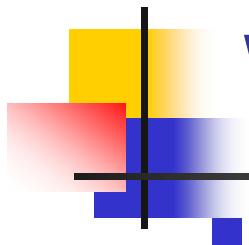
	802.16	802.16a	802.16-2004	802.16e-2005
使用频段	10~66GHz	<11GHz	2~11G,10~66GHz	<6GHz
信道条件	视距	非视距	视距+非视距	非视距
固定/移动性	固定	固定	固定	移动+漫游
调制方式	QPSK、 16QAM和 64QAM	256OFDM (BPSK/QPSK/ 16QAM/64QAM)	256OFDM (BPSK/QPSK/16 QAM/64QAM) 2048OFDMA	256OFDM (BPSK/QPSK/16QA M/64QAM) 128/512/1024/204 8 OFDMA
信道带宽	25/28MHz	1.25~20MHz	1.25~20MHz	1.25~20MHz
传输速率 (最佳S/N)	32~134M bps (载波带宽 28MHz)	75Mbps (载波带宽20MHz)	75Mbps (载波带宽20MHz)	15Mbps (载波带宽5MHz)
额定小区半径	<5Km	5~10Km	5~15Km	1~5Km





WiMAX系统结构

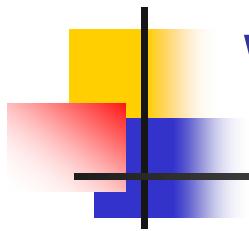
- WiMAX系统结构如图11-3所示，包括核心网络、基站（BS）、用户基站（SS）、**接力站（RS）**、用户终端设备（TE）和网管



WiMAX和主流4G的比较

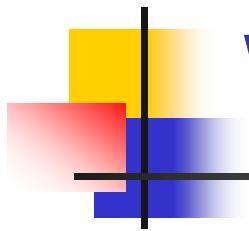
从应用的终端看

- 4G在相当长的时间内以手机和手持终端为主，但正逐步增加适合笔记本电脑类的终端类型。
WiMAX则以笔记本电脑为主要终端，远期考虑引入手持终端。
- 从无线频谱资源上看：
 - 4G及其演进技术拥有全球统一的频谱资源。
 - WiMAX则正在试图寻找2~6GHz之间的频率资源，各个国家目前可用的频率都不一致。
WiMAX最终获得足够的全球统一频率存在一定难度。



WiMAX和主流4G的比较

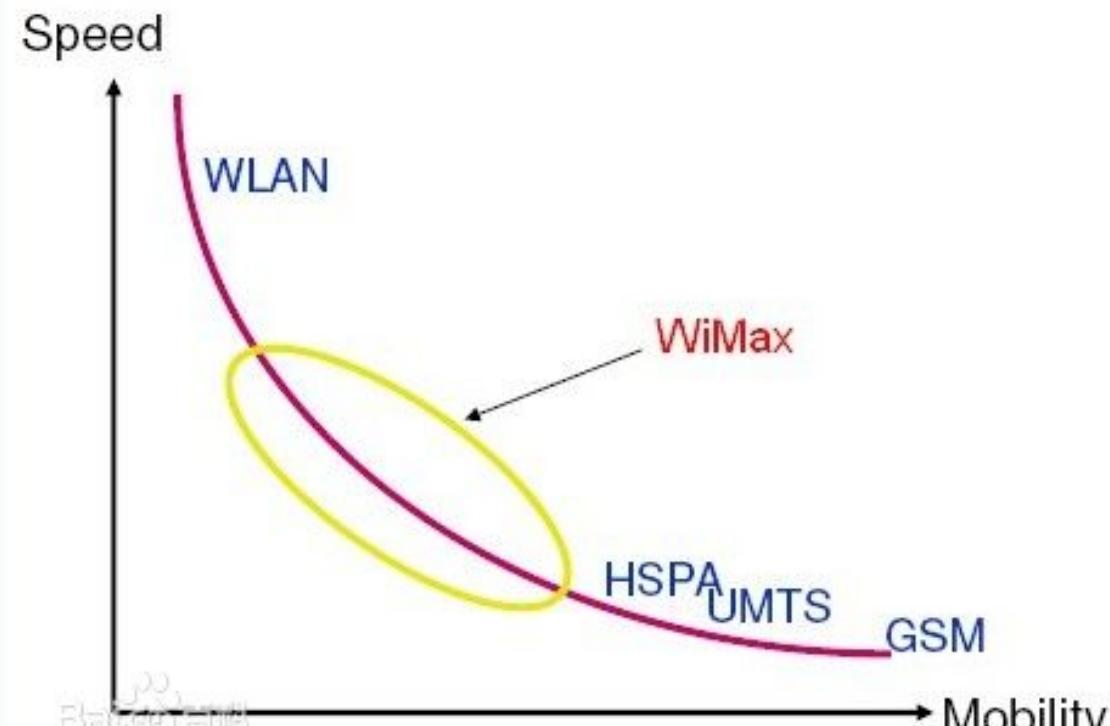
- 从标准来讲WiMax技术是不能支持用户在高速移动过程中无缝切换。其速度只有50公里，而且如果高速移动，WiMAX达不到无缝切换的要求，跟4G的主流标准比，其性能相差是很远的
- WiMAX要到802.16m才能成为具有无缝切换功能的移动通信系统。

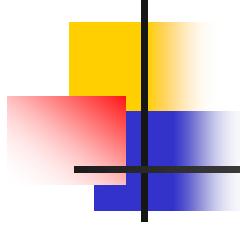


WiMAX和主流4G的比较

- WiMax实现更远的传输距离。WiMax所能实现的50公里的无线信号传输距离是无线局域网所不能比拟的，**网络覆盖面积是4G发射塔的10倍**，只要少数基站建设就能实现全城覆盖，这样就使得无线网络应用的范围大大扩展。
- 优势之二，**提供更高速的宽带接入**。据悉，WiMax所能提供的最高接入速度是70Mbps，这个速度是4G所能提供的宽带速度的数倍。

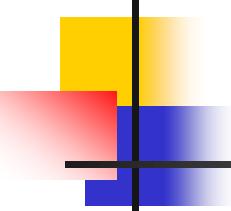
速度vs移动性





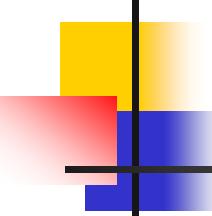
产业

- 在运营商方面，包括美国、英国、法国、德国、俄罗斯等在内的电信运营商都提出或正在实施WiMAX部署计划
- 中国目前仍没有WiMax运营商.



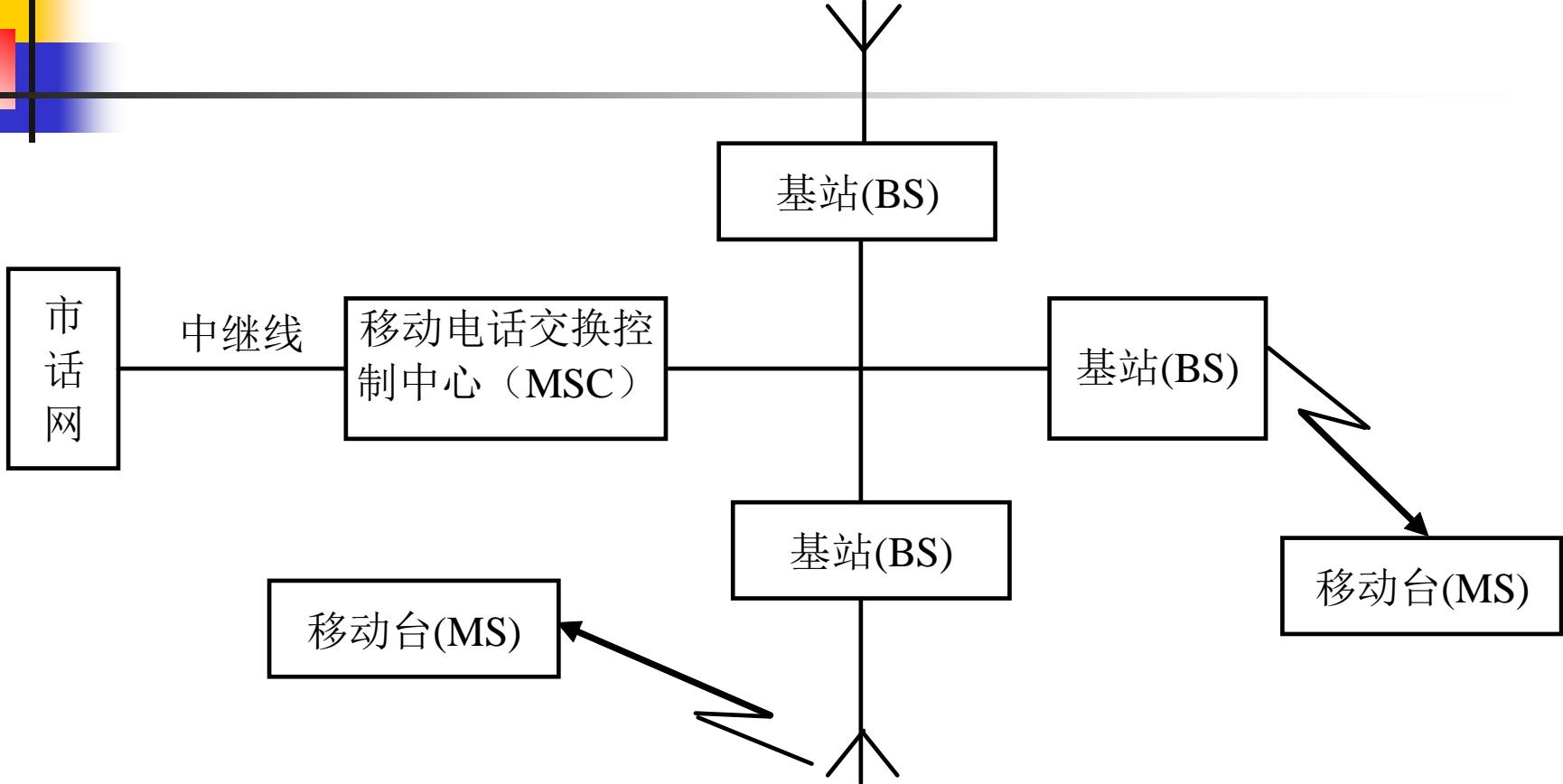
无线物联网通信

- 导言
- ZigBee
- Bluetooth
- 超宽带 (UWB)
- 60 GHz通信
- 无线LAN通信技术
- 无线MAN通信技术
- 移动通信网

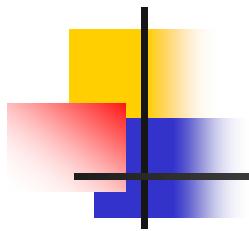


移动电话通信网组成

- 移动电话通信网一般由以下部分组成
 - 移动台（MS）即用户终端、
 - 基站（BS）、
 - 移动电话交换控制中心（MSC）
 - 与公众电话网（PSTN）相连接的中继线、各基站与控制中心间的中继线、基站与移动台之间的无线信道
- 它是一个有线、无线相结合的综合通信网。

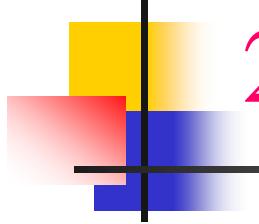


移动电话通信系统组成示意图



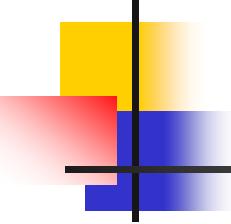
1) . 移动电话交换控制中心

- 移动电话交换控制中心（MSC）是整个移动电话通信网的核心，它具有智能化功能。



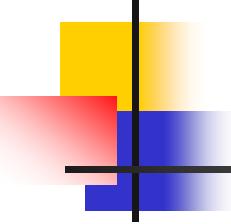
2) . 基站

- 基站是一套为无线小区服务的设备。
- 它的主要作用是处理基站与移动台之间的无线通信，在移动电话交换控制中心（MSC）与移动台（MS）之间起中继作用。



小型基站

- 随着手机的普及，大型手机基站也多了起来。这些顶部装有信号发射器和其他电子设备的丑陋钢铁支架10年来如雨后春笋般大量涌现。
- 现在，无线产业正在规划一个手机基站不复存在的未来，至少是不会再建立更多基站。该行业正着眼于研发体积小得多的天线，甚至小得可以拿在手里。
- 它们可以安装在路灯柱子上、电线杆上和建筑物上——几乎任何有电路连接以及电话公司光纤连接的地方。



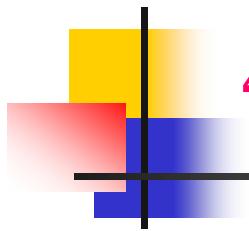
小型基站

- 对于手机公司而言，把网络划分成更小的“单元”并让每个单元都用上这种“魔方天线”的好处可不仅是美观。
- 更小的单元意味着手机通话能力和传输数据的能力都将获得极大提高。



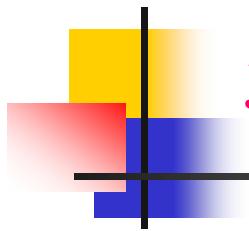
3) . 移动台

- 移动台即用户终端设备。
- 它有车载式、手持式、便携式及固定式等类型。



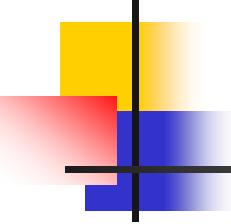
4) . 中继线

- 中继线是连接移动电话交换控制中心设备与公众电话网设备、基地站设备的线路。



5) . 无线信道

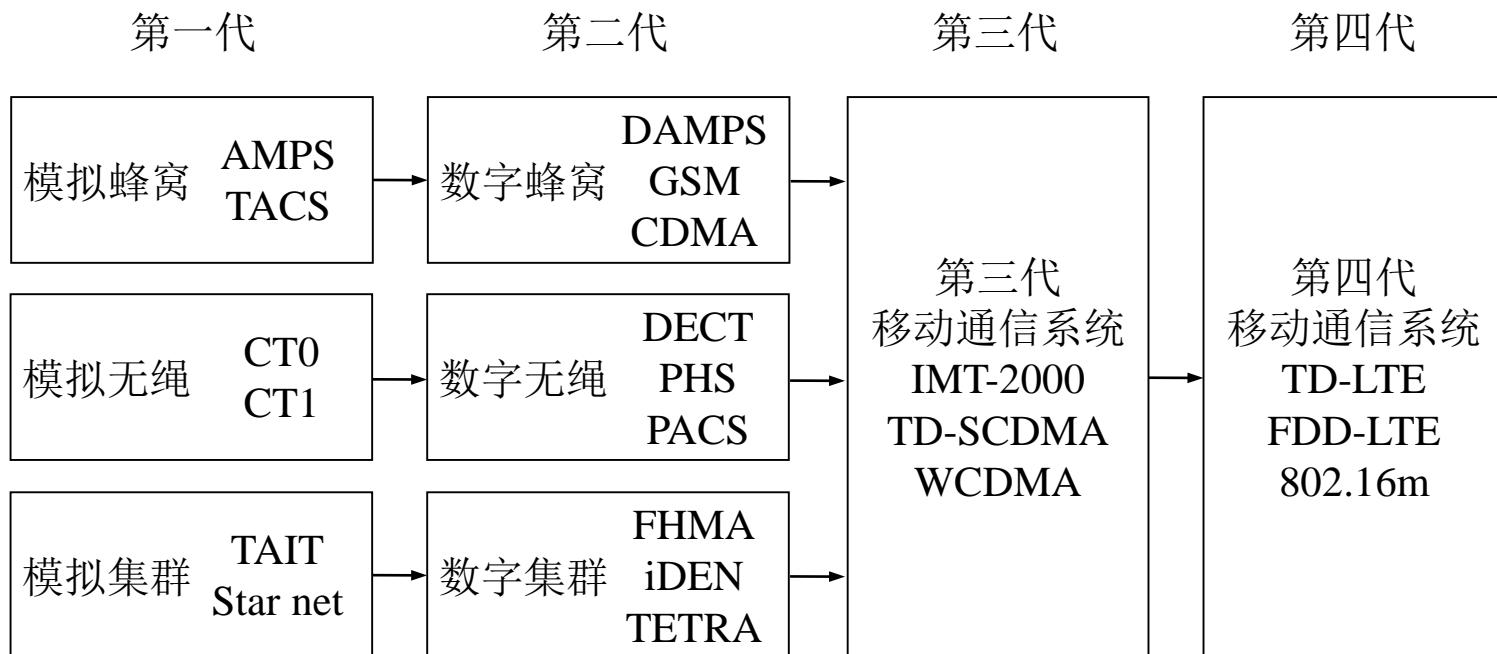
- (1) 语音信道
- 语音信道主要用于传递语音信号，它的占用和空闲受移动电话交换中心的控制和管理。
- (2) 控制信道
- 控制信道用来传送系统控制数据信息。



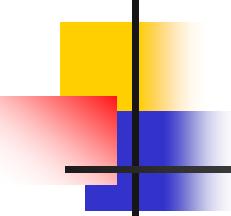
移动通信的发展

- ◆ 蜂窝系统的概念和理论在20世纪60年代就由美国**贝尔实验室**等单位提了出来，但其复杂的控制系统（尤其是实现移动台的控制）直到20世纪70年代才大规模实现。
- ◆ 小区制蜂窝通信具有小覆盖、小发射功率和资源重用等优点，决定了它在现代移动通信中的重要作用。

移动电话通信的发展概况

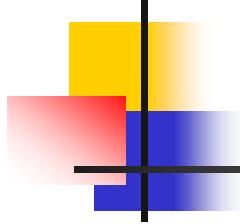


四代移动电话通信的发展趋势示意图



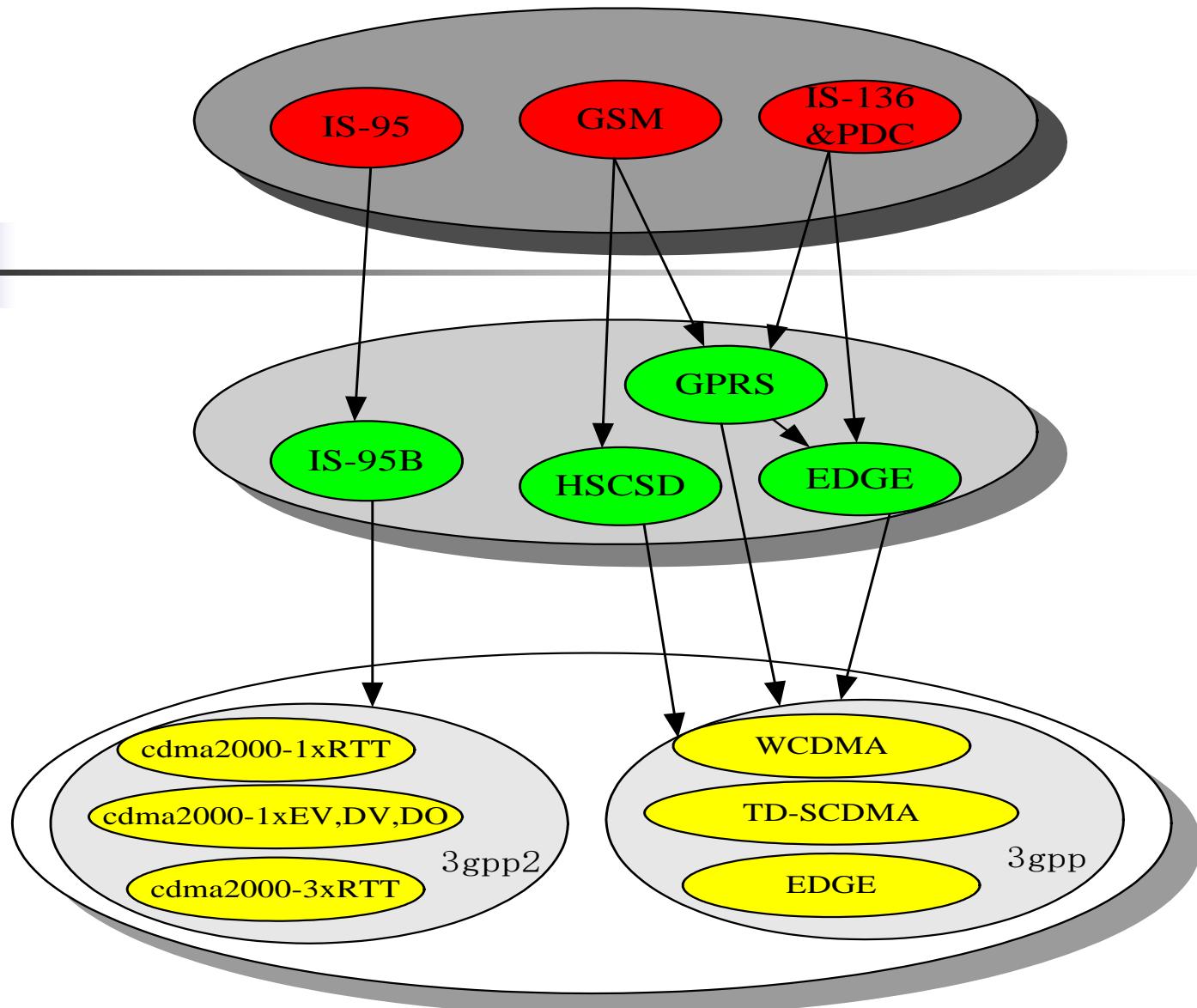
通用分组无线业务(GPRS)

- 传统的GSM网中，用户除通话以外最高只能以9.6kb/s的传输速率进行数据通信，如Fax、Email、FTP等，这种速率只能用于传送文本和静态图像，但无法满足传送活动视像的需求。
- GPRS突破了GSM网只能提供电路交换的思维定式，**将分组交换模式引入到GSM网络中**。
 - 它通过仅仅增加相应功能实体和对现有的基站系统进行部分改造来实现分组交换，从而提高资源的利用率。
 - GPRS能快速建立连接，适用于频繁传送小数据量业务或非频繁传送大数据量业务。
 - **GPRS是2.5代移动通信系统**。由于GPRS是基于分组交换的，用户可以保持永远在线。
 - **GPRS最高理论传输速度为171.2kbps**，目前使用GPRS可以支持40Kbps左右的传输速率。

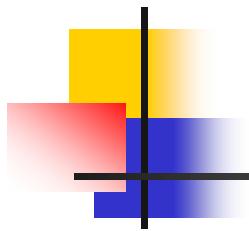


EDGE

- EDGE是英文Enhanced Data Rate for GSM Evolution 的缩写，即增强型数据速率GSM演进技术。
- EDGE是一种从GSM到3G的过渡技术，俗称2.75G
- GPRS的访问速度171.2kbps
- EDGE传输速率在峰值可以达到384kbps

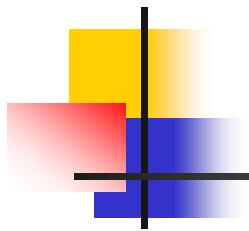


2G到3G的演进路线



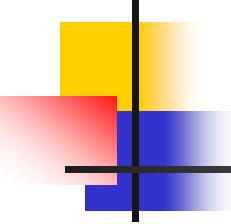
第三代移动通信系统

- ◆ 以多媒体(Multi-media)综合服务业务为主要特征
- ◆ 主要以CDMA技术和分组交换技术为基础
 - ◆ WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access, 宽带码分多址)、
 - ◆ CDMA2000、
 - ◆ TD—SCDMA (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, 时分同步码分多址)、
 - ◆ WiMax等



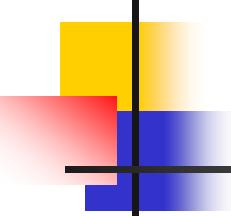
第三代移动通信系统

- ◆ 2009年1月，我国工业和信息化部批准并颁发了3张3G业务经营许可牌照，TD-SCDMA、WCDMA和cdma2000分属中国移动、中国联通和中国电信
- ◆ 移动是TD（TD-SCDMA），联通是W(沃,W-CDMA)，电信是天翼3G（cdma2000 EVDO）



国际组织

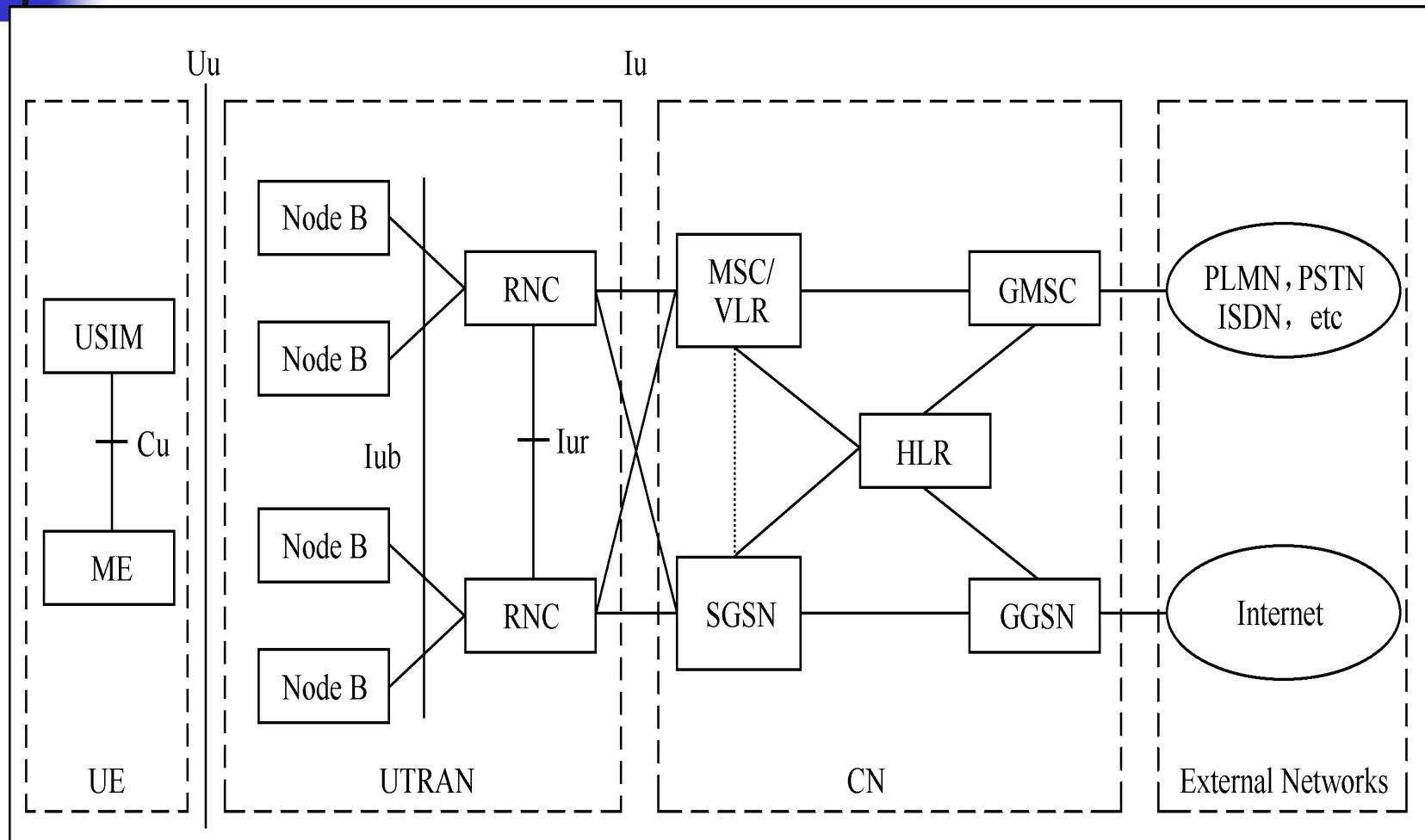
- ◆ 成立3GPP(1998.12)、3GPP2(1999)等标准化组织
- ◆ The 3rd Generation Partnership Project(**3GPP**, 第三代合作伙伴计划).
 - ◆ 是领先的3G技术规范机构，是由欧洲的ETSI，日本的ARIB和TTC，韩国的TTA以及美国的TIA在1998年底发起成立的，
 - ◆ 旨在研究制定并推广基于演进的GSM核心网络的3G标准，即**WCDMA**, **TD-SCDMA**, **EDGE**等。
 - ◆ 中国无线通信标准组(CWTS)于1999年加入3GPP

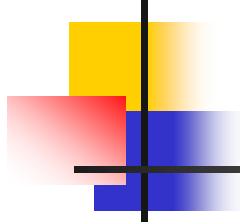


国际组织

- ◆ 3GPP2英文 3rd Generation Partnership Project 2 的缩写形式。
 - ◆ 3GPP2(第三代合作伙伴计划2)：该组织是于1999年1月成立，由北美TIA、日本的ARIB、日本的TTC、韩国的TTA四个标准化组织发起，
 - ◆ 主要是制订以ANSI-41核心网为基础， CDMA2000为无线接口的第三代技术规范
 - ◆ 中国无线通信标准研究组(CWTS)于1999年6月在韩国正式签字同时加入3GPP和3GPP2

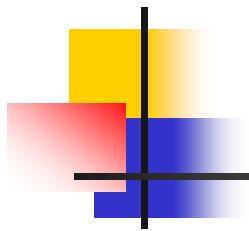
WCDMA系统结构





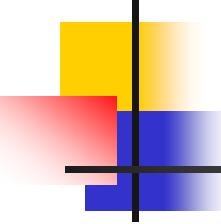
用户终端设备

- ① UE
- UE是用户终端设备。
- UE从逻辑上包括移动设备（ME,Mobile Equipment）和用户身份模块（SIM, **Subscriber Identity Module**）。
- 国际移动用户识别码(imsi)international mobile subscriber identity国际上为唯一识别一个移动用户所分配的号码



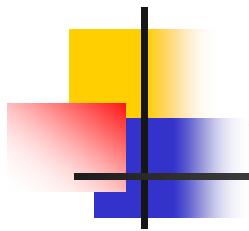
UTRAN (陆地无线接入网)

- ② UTRAN
- 由基站 (Node B) 和无线网络控制器 (RNC) 组成。
- Node B是WCDMA系统的基站。RNC是无线网络控制器。



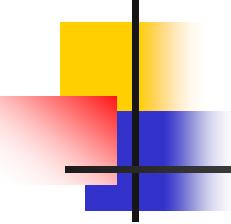
核心网络

- ③ CN
- CN即核心网络，负责与其他网络的连接和对UE的通信和管理。
- MSC/VLR是CS（电路交换）域功能节点。
GMSC是CS域与外部网络之间的网关节点。
SGSN（服务GPRS支持节点）是PS（分组交换）域功能节点。GGSN（网关GPRS支持节点）是PS域功能节点。HLR（归属位置寄存器）是CS域和PS域共有的功能节点。



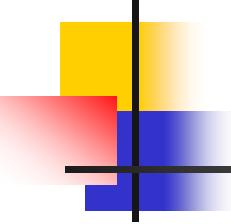
外部网络

- ④ External Networks
- 外部网络，可以分为电路交换网络（CS Networks）和分组交换网络（PS Networks）两类。
- 电路交换网络包括ISDN、PSTN等；分组交换网络包括Internet等。



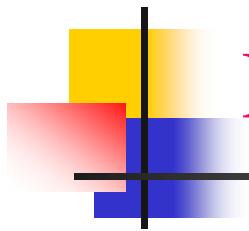
HSDPA

- HSDPA(High Speed Downlink Packet Access, 高速下行分组接入) 是3G的增强技术，主要作用是增加了3G系统中下行数据的吞吐量和提高了下行传输速率。
- HSDPA 用在 WCDMA 下行链路 (5MHz 带宽) 内部，提供的最大数据传输速率达到 10Mbps，实际平均速率在 4Mbps 和 8Mbps 之间。如采用MIMO技术，则可达 20 Mbit/s。
- 有人称其为3.5G，这在一定程度上表明了3G系统的未来演进方向
- 作为后3G的HSDPA技术可以同时适用于WCDMA和TD-SCDMA两种不同制式



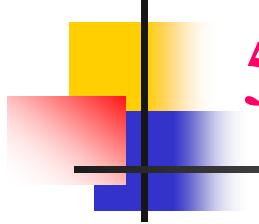
HSUPA

- HSUPA (high speed uplink packet access) 高速上行链路分组接入。
- 它是因HSDPA上传速度不足（只有384Kb/s）不足而开发的，亦称为3.75G，
- 其在一个5MHz载波上的传输速率可达10-15 Mbit/s（如采用MIMO技术，则可达28 Mbit/s）、
- 上传速度达 5.76Mb/s（使用3GPP Rel7技术，更达11.5 Mbit/s），
- 令需要大量上传带宽的功能如双向视频直播或VoIP得以顺利实现（视频通话）



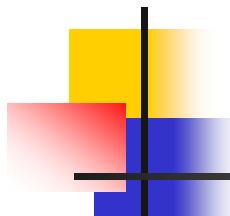
LTE(Long Term Evolution)

- ◆ 第三代移动通信系统普遍采用的是码分多址（CDMA）技术，此技术能支持的最大系统带宽为5MHz
- ◆ 2004年底，第三代合作伙伴计划（3GPP）提出了通用移动通信系统（UMTS）的长期演进（LTE）项目



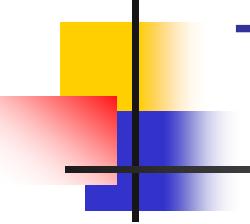
5. LTE(Long Term Evolution)

- ◆ “准4G”技术
 - ◆ 长期演进（LTE）项目、
 - ◆ 3GPP2的AIE（Air Interface Evolution, 空中接口演进）、
 - ◆ WiMAX 802.16m技术、
 - ◆ IEEE 802.20移动宽带频分双工/移动宽带时分双工（Mobile Broadband FDD/TDD）



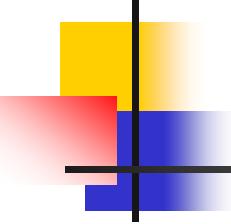
4G的两种制式

- 4G有FDD和TDD两种制式。
- 目前，全球绝大部分4G运营商采用FDD-LTE（即FD-LTE）制式，拥有95%以上的用户。
- 世界上只有少数运营商采用TDD-LTE（即TD-LTE）制式。
- 截止到去年年底，世界上使用TD-LTE的用户不到5%。



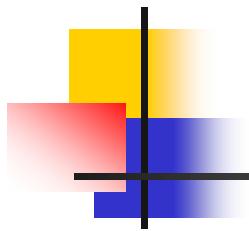
TD—LTE

- 我国主推的TD—LTE继承LTE TDD制式的优点，又与时俱进地引入了MIMO（多入多出技术）与OFDM（正交频分复用技术），在系统带宽、网络时延、移动性方面都有了跨越式提高。
- TD—LTE使用了国际电联定义的4G时代的一部分关键技术，**是我国TD—SCDMA的后续演进技术，继承了TD—SCDMA系统大量中国自主知识产权**



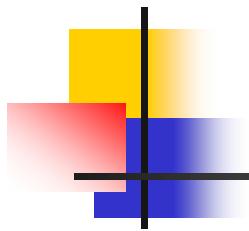
4G牌照

- 2013年12月4日工信部正式向三大运营商发布4G牌照，中国移动、中国电信和中国联通均获得TD-LTE牌照。
- 4G牌照是无线通信与国际互联网等多媒体通信结合的第4代移动通信技术的经营许可权。如同各行业的营业执照一样，由中华人民共和国工业和信息化部许可发放才可经营4G业务。



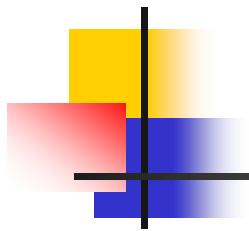
FDD-LTE牌照

- 2015年2月27日，工业和信息化部向中国电信集团公司和中国联合网络通信集团有限公司发放“LTE/第四代数字蜂窝移动通信业务（FDD-LTE）”经营许可



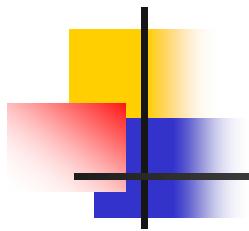
FDD-LTE牌照

- 2018年4月3日,工信部发布消息称,正式向中国移动发放FDD牌照,批准中国移动经营LTE/第四代数字蜂窝移动通信业务
 -



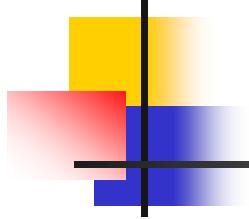
(2) LTE的需求

- ① 系统性能需求
 - ◆ 峰值速率
 - ◆ 在20MHz频谱带宽能够提供下行100Mbps、上行50Mbps的峰值速率。中移动测试4G网络下载速度不过30~40Mbps。
 - ◆ 用户吞吐量和频谱效率
 - ◆ 改善小区边缘用户的性能；提高小区容量

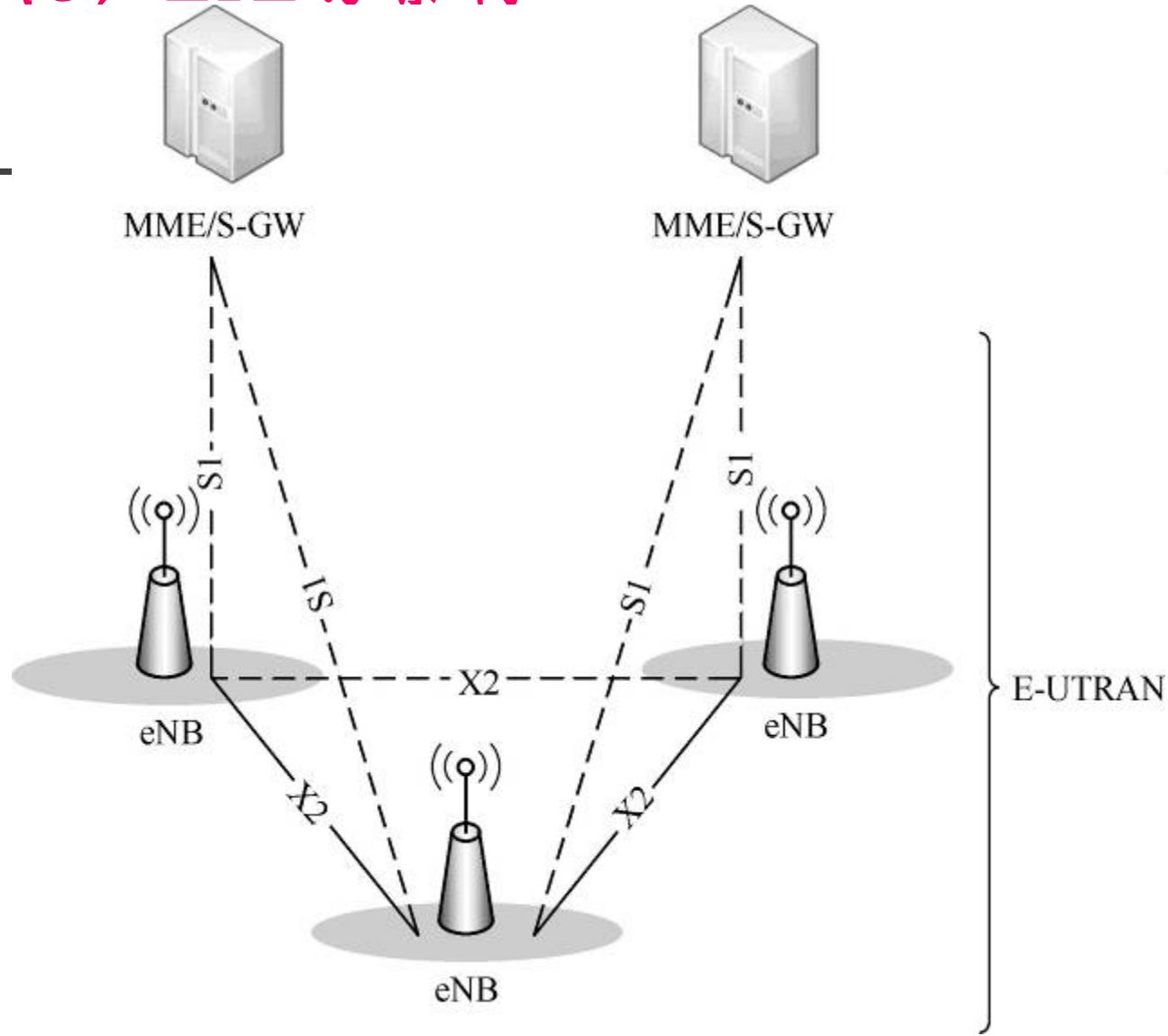


(2) LTE的需求

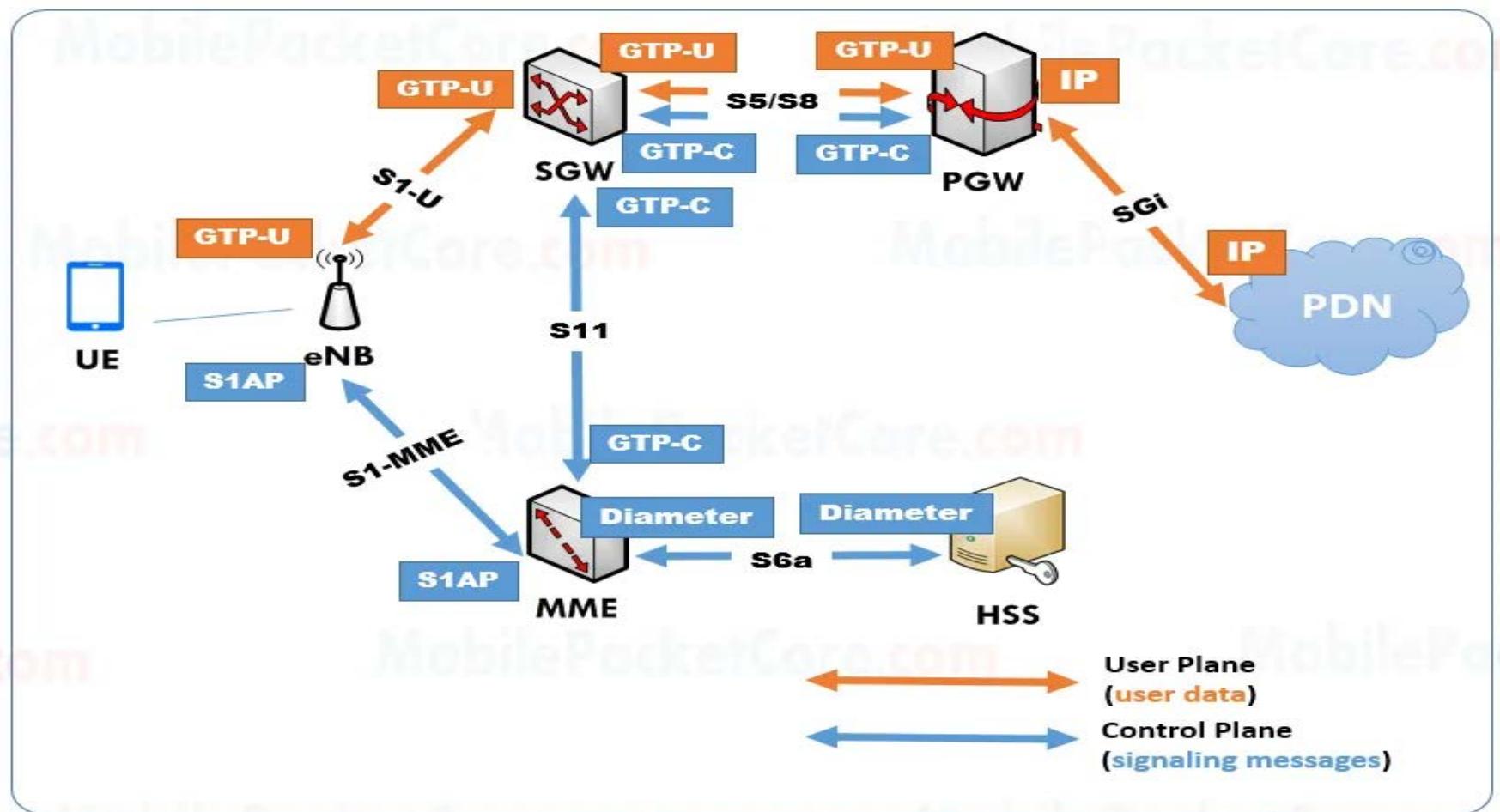
- ① 系统性能需求
- ◆ 移动性
 - ◆ 能够为350Km/h高速移动用户提供>100kbps的接入服务
- ◆ 用户面延时
 - ◆ 降低系统延迟，用户平面内部单向传输时延低于5ms
- ◆ 控制面延时和容量
 - ◆ 呼叫建立延时需要比现在蜂窝系统明显降低。

- 
- ② 部署成本和互操作性
 - ◆ 除了系统性能，其它方面的考虑对运营商来说也很重要，包括降低部署成本、灵活使用频谱及与原系统的互操作性等。
 - ◆ 这些基本需求可以使LTE系统采用多种部署方案，同时便于其它系统向LTE过渡。

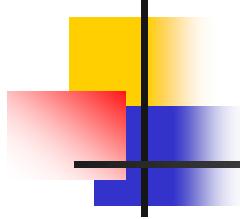
(3) LTE的架构



LTE的协议架构

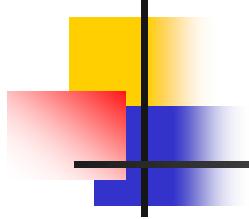


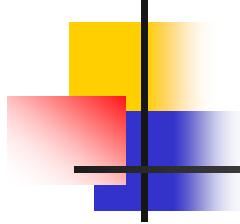
- LTE舍弃了UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network , UMTS 陆地无线接入网)的传统RNC/Node B两层结构，完全由多个eNode B组成一层结构。
- eNode B(eNB)实现了接入网的全部功能



■ 核心网包括

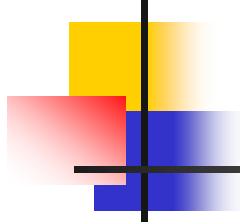
- 服务网关 (Serving Gateway, S-GW)
- 移动性管理实体 (Mobile Management Entity, MME)
- PDN (Packet Data Network) Gateway, PGW

- 
- LTE的二层协议（第三层是IP层）
 - GTP (GPRS隧道协议(GPRS Tunneling Protocol))和PDCP (Packet Data Convergence Protocol)协议
 - 与以太网的二层协议（MAC）有何区别？



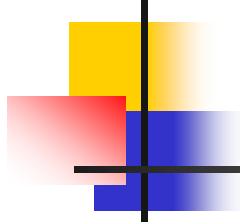
GTP-C

- GTP可以分解成三种独立的协议，GTP-C、GTP-U及GTP'。
- GTP-C用于在GPRS核心网内传输GGSN(网关 GPRS支持结点)和SGSN(服务GPRS支持结点)之间的信令



GTP-U

- GTP-U用于在GPRS核心网内，无线接入网与核心网之间传送用户数据，用户数据包可以以IPv4, IPv6或PPP中的任何格式传输。



GTP'

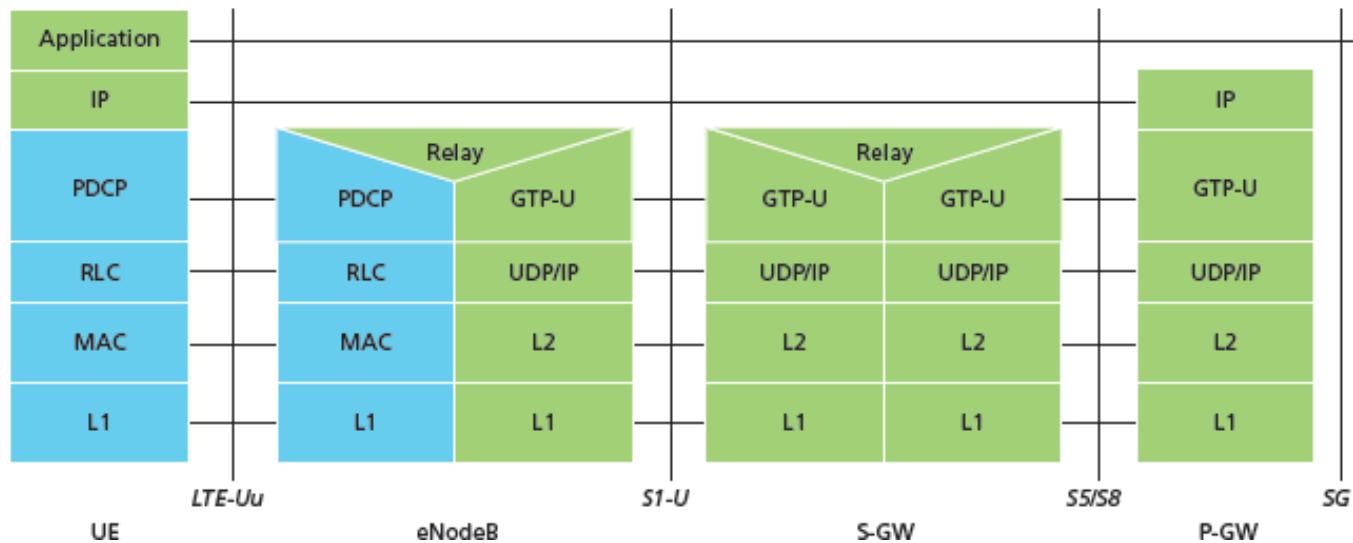
- GTP'(GTP prime)与GTP-C，GTP-U使用相同的信息结构，但它有独立的功能。可以用它来传输从GSM或UMTS的CDF(计费数据功能)到CGF(计费网关功能)的数据

- UDP/IP是在GTP第一版本中定义的唯一路径协议
- UDP目的端口号是2123时，是为GTP-C登记的端口号； 端口号是2152时，是为GTP-U登记的端口号
- IP源地址是始发信息的那个源GSN的IP地址。
- GTP请求消息的IP目的地址是目的GSN的IP地址。

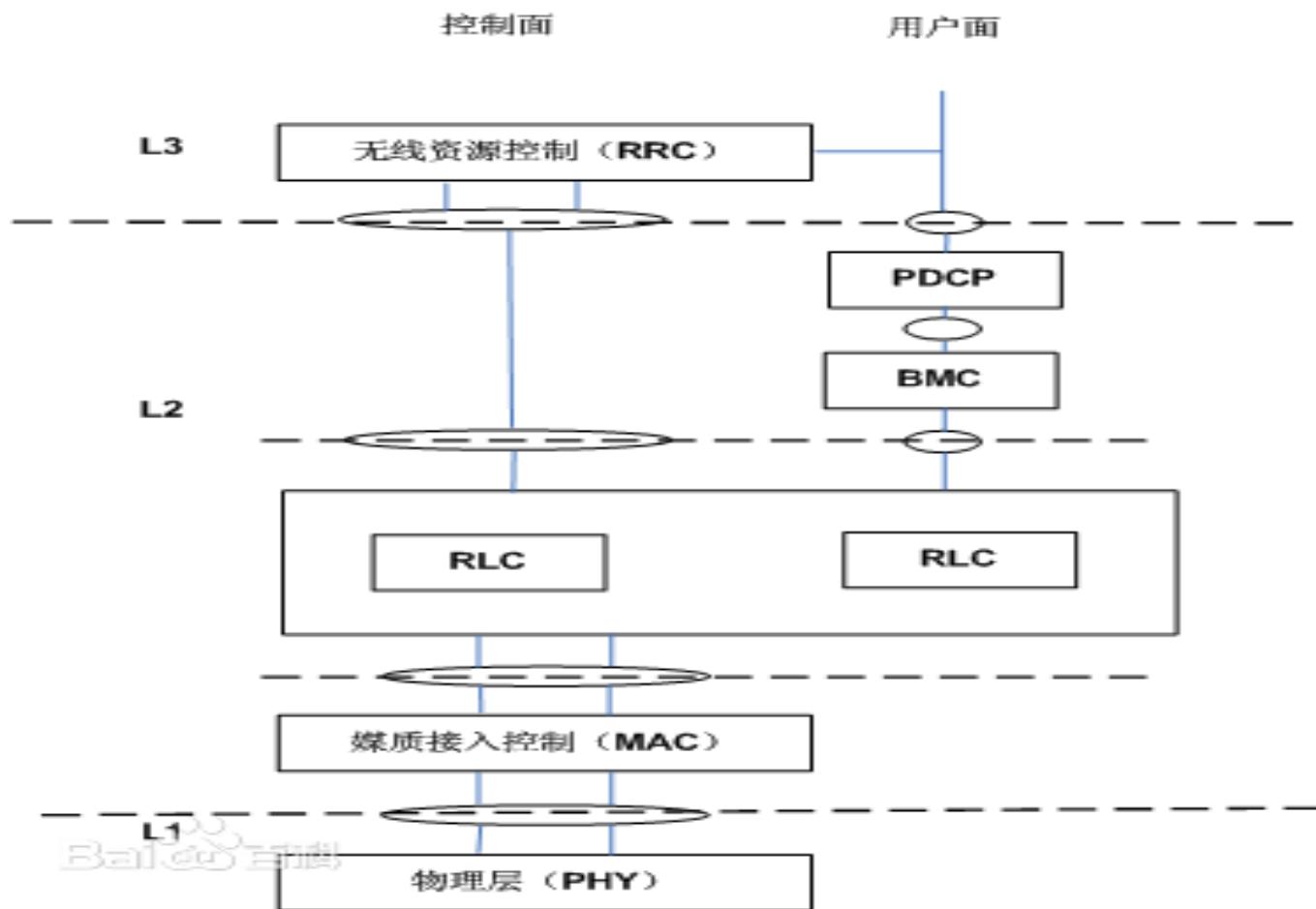
E-UTRAN用户平面协议栈

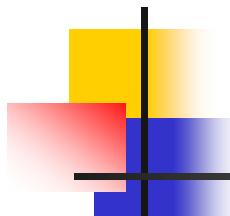
- 无集中式控制器节点，E-UTRAN中用户移动性而导致的切换期间的数据缓冲必须在eNodeB中
- 切换期间的数据保护是PDCP层的责任，切换后RLC和MAC层均在新的小区中重新工作

Figure 6. The E-UTRAN user plane protocol stack



PDCP层在无线接口协议中的地位





无线接口协议

- 无线接口可分为三个协议层：物理层（L1）、数据链路层（L2）和网络层（L3）。
- 1、L1主要用于为高层业务提供传输的无线物理通道。
- 2、L2包括MAC（Medium Access Control）、RLC（Radio Link Control）、BMC（Broadcast/Multicast Control）和PDCP（Packet Data Convergence Protocol）四个子层。
- 3、L3包括接入层中的RRC子层和非接入层的MM（Mobility Management，移动性管理）和CC（Call Control，呼叫控制）。无线接口协议如图2所示。

PDCP (Packet Data Convergence Protocol) 分组数据汇聚协议

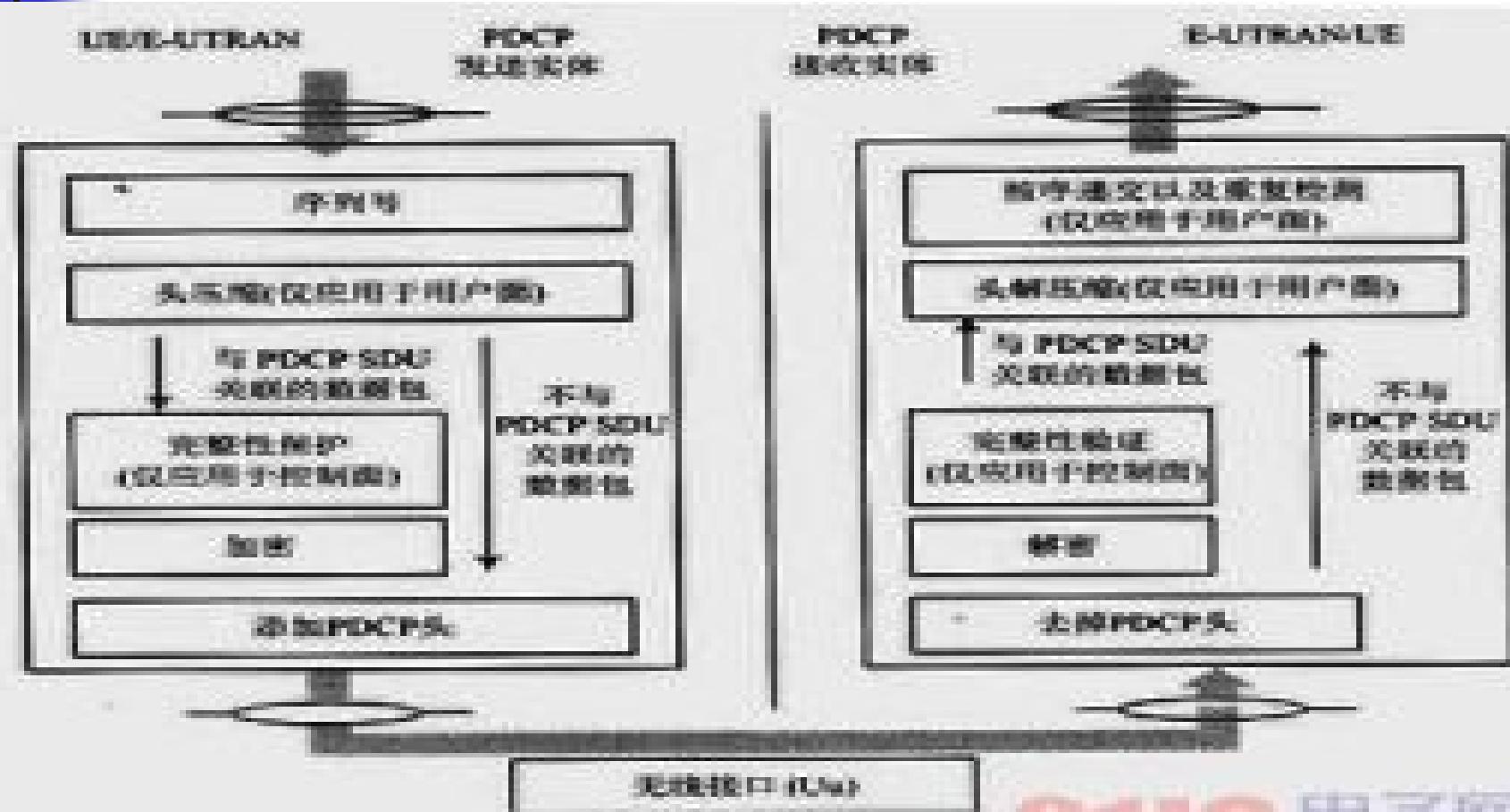
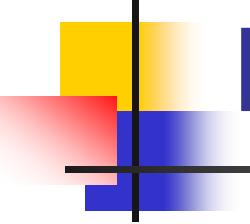
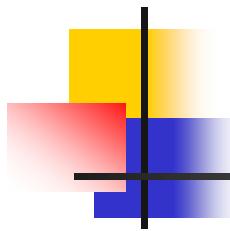


图 1 PDCP 实体的结构



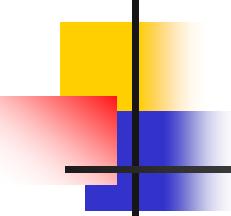
PDCP子层的主要功能

- PDCP协议包括以下具体支持的功能：
 - (1)用户平面数据的包头压缩和解压缩。
 - (2)**安全性功能**：
 - ①用户和控制平面协议的加密和解密；
 - ②控制平面数据的完整性保护和验证。
 - (3)**数据的传输功能**：
 - ①下层重建时，对向上层发送的PDU顺序发送和重排序；
 - ②对映射到AM模式的RB的下层SDU进行重排序。
 - (4)**数据包的丢弃**。



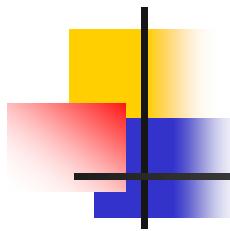
智能手机的趋势

- 美国趣味科学网站(<http://www.livescience.com/>)刊登题为《你的智能手机：15个未来功能》一文，作者是斯图尔特·沃尔平。
- 问题：给你留下最深刻印象的是哪一个未来功能？



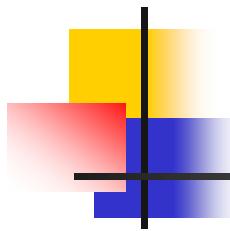
1. Tricorder Smartphones

- 发展方向：蓝牙5.0触发了大量穿戴式传感器。这些传感器可将**生物医学数据**（如心率、血压等）、**锻炼数据**（如步行距离、消耗掉的卡路里等）以及**环境数据**（如温度、湿度等）传送至智能手机——但它们均需配备单独的应用程序。
- 预测：将来，我们的鞋子、眼镜、皮带、手表和衣服上会嵌入穿戴式传感器。这些传感器不仅能让我们将通过手机监测我们所有的生物医学和环境数据，还可以起到防治疾病的作用。
- Tricorder：三度仪，手持式科学分析仪：在<星际迷航>电影中，通过这种仪器**扫描并收集某一区域的地理、物理及生物信息**



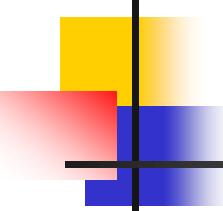
2. 眼睛/声音识别

- 发展方向：你的眼睛或声音成为你的密码。到未来，也许你的手机能够识别你的眼睛或视网膜。EyeVerify公司正在研发的这种所谓“眼睛扫描”或“眼部静脉生物测量术”的安全性能可能是指纹识别的三倍。
- 预测：今后我们将和手机“交流”，我们的声音将充当安全ID。我们会使用类似于KIVOX的语音识别方案。



3. 32核处理器

- 发展方向：智能手机每一个功能的运行都离不开处理器。按照摩尔定律推断出来的极端结论是，5年内智能手机将配备20纳米级以下256位32核处理器。更有可能发生的事情是，即将上演的ARM公司和英特尔公司之争可能会让位于某种新的微架构。
- 预测：今后5年，智能手机将比现在最强大的台式机还要强大。



4. 可计算摄像头

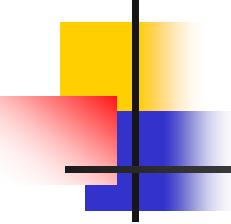
- 发展方向：5年之内，傻瓜数码相机将和胶卷相机一样成为古董，因为智能手机的摄像头将不再是数字的，而是可计算的。它能够像人眼那样发挥作用，可以瞬间定焦、跟踪对象、根据光线情况进行调整。
- 预测：由于业界推出类似于HTC One的Zoe三秒静止影像拍摄功能，照片和视频之间的界限将会消失。你无需选择拍摄视频或静止影像，你可以先拍摄，然后决定它是相片还是视频——或者同时保留二者。

5. 语音控制



参政消息

cankaoxiaoxi.com

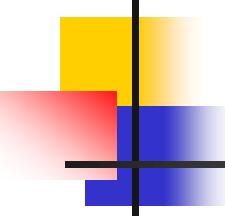


语音控制

- 发展方向：没错，今后触摸屏对智能手机仍十分重要。但得益于更强大的处理器和传感器，也许5年后智能手机的眼控功能会更成熟。但更有可能出现的是更成熟的声控功能。你可以**通过语音处理所有设备命令，如播放音乐、接听电话、开关铃声、启动应用程序，以及信息请求等。**
- 预测：语音助手不再是“Siri”，你可以将独特的机器人个性和姓名植入手机，从而让它只对你或其他指定语音作出响应。更强大的处理器能够让你和手机交谈，将它变成**通用翻译机**。

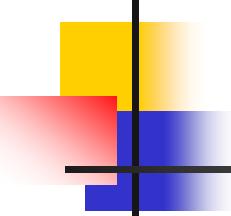
6. 可弯曲屏幕





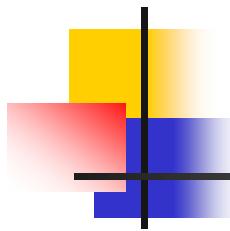
可弯曲屏幕

- 发展方向：许多人预测未来会出现可卷起来的智能手机，这可能是因为他们看到了当前可弯曲屏幕技术的发展，如三星的YOUM柔性OLED屏幕，科宁的纤薄柔性玻璃Willow Glass，以及LG尚未命名的柔性屏技术。
- 预测：得益于弹性聚合物、可弯曲电路板等新型材料，**智能手机屏幕将是柔性的**。实际上，你的**整个手机都可以根据身体情况弯折**，并提供独特的控制功能。（**电路板和电池的可弯曲**）



7. 折光液晶屏

- 发展方向：太阳光是智能手机屏幕的“噩梦”。而折光液晶屏能够反射周围的光，减少白天智能手机的背光能耗，在太阳光强烈时呈现明亮、色彩鲜艳的图像。不过折光液晶屏太昂贵，在光线较暗情况下容易失去对比度，因此目前还没有智能手机制造商使用这种技术。
- （无需消耗电力点亮手机屏幕，且该屏幕在阳光直射下也能够看清屏幕。移动设备90%的电力耗在点亮屏幕上。）
- 预测：让智能手机屏幕抵挡阳光绝非易事，未来5年可能会解决这一问题。



8. 全天候电池续航

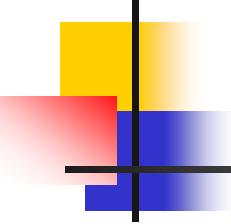
- 发展方向：目前正在研发的两种技术可以生产出续航数周无需充电的电池。第一种是氢燃料电池。但也许更有前景的是另一种名为“锂离子微电池”的新技术。伊利诺伊大学的研发者声称，**锂离子微电池的续航能力是当前锂电池的2000倍**，它可以瞬间充电，能量足以媲美车用蓄电池。
- 预测：到未来，没有人会抱怨智能手机电池的续航能力，除非他们困在孤岛上。

9. 手机成为物联中心



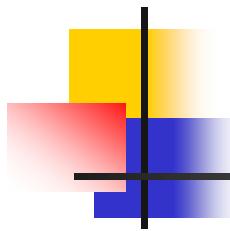
参政消息

COUNCILMAN.COM.CN



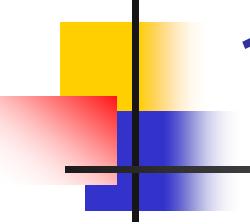
手机成为物联中心

- 发展方向：手机上的近场通讯（NFC）功能越来越受欢迎，但现在应用较少。NFC耳机、扬声器或其他配对设备仍不常见。此外，移动钱包普及率也不高，也许是因为人们担心手机支付的安全性。
- 预测：没错，最终我们会在收银台使用手机支付各种款项。**在NFC的世界里，你可以使用智能手机乘坐公共交通(已确认)、打开酒店房间或你的家门。简言之，到了未来，在任何地方，你都可以用手机来代替目前使用的卡或钥匙。（是打开共享单车的钥匙，但用的是二维码和蓝牙）**



10 室内定位

- 发展方向：我们可以在大城市、郊区或森林里使用**GPS导航**，但它无法穿透建筑物。而安装**室内定位（IPS）**的智能手机能够实现室内定位。尽管目前尚无**IPS**标准，但业界正在致力建立某种**IPS**标准。
- 预测：5年之内，你不再需要根据地图来确定自己所处的位置。你可以在商场或其他建筑物内使用手机定位和导航。



11. 软件无线电

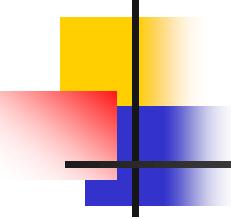
- 发展方向：美国四大运营商均宣布在2013年或2014年推出高清语音计划。但AT&T和T-Mobile公司的**GSM**系统与Sprint和Verizon公司的**CDMA**系统不兼容。软件定义无线电（SDR）有望解决这一问题。**SDR不仅可以避开兼容性问题提升语音质量，同时可以消除所有的频率不兼容问题。**
- 预测：5年后，国内和国际网络之间的语音质量、连接完整性和兼容问题都将得到解决。**你无需更换手机，只要升级软件就可以连接新频率。**
- **（全网通，出国换当地电话卡）（虚拟sim卡，e-sim）**

12. 防水



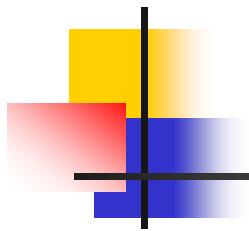
参政消息

cankaoxiaoxi.com



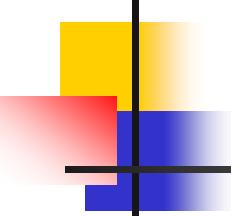
防水

- 发展方向：过去几年，Liquipel、HzO（WaterBlock技术）和P2i（Aridion技术）三家公司均推出了智能手机防水技术。比如说，摩托罗拉旗下多款手机上使用了P2i的技术。
- 预测：如果有一家大型企业将目光投向防水手机，那么防水智能手机的市场前景十分可观。



13. LTE升级版或5G

- 发展方向：美国四大主要运营商均准备推出下一代4G LTE网络：LTE升级版。LTE升级版与5G不同，后者需要更高频的频谱，面临一些技术障碍。
- 预测：据国际电信联盟报告显示，LTE升级版的连接速度将很快。智能手机下载、传输高清视频或其他大容量文件的速度将和连接以太网的台式机一样快。



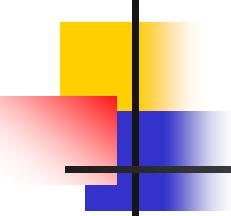
14. 无缝Wi-Fi

- 发展方向：业界正准备推出Passpoint认证Wi-Fi——也被称为Hotspot 2.0和下一代热点（NGH）。Passpoint能够让手机自动、无缝、安全地连接Wi-Fi Passpoint热点。无需浏览可用WiFi网络列表，无需输入密码、无需登录过程，Passpoint使得WiFi连接就像连接蜂窝网络一样傻瓜式完成。（16WiFi并不怎么样）
- 预测：到未来，你离家、去机场、坐飞机、到其他城市，全程Wi-Fi都不会掉线。实际上，随着Passpoint Wi-Fi在全球几乎无处不在，4G、LTE升级版或其他网络，都将成为你的备用数据网络。

15. 可穿戴

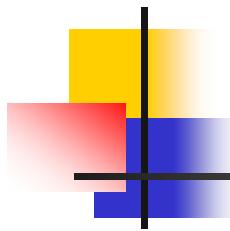


參政消息
cankaoxitaoxi.com



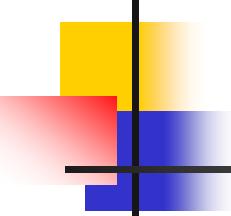
可穿戴

- 预测：智能手机将成为包括两个部分的系统：其一是CPU，可能嵌入到某些你已经穿戴的东西里——比如鞋子、腰带、手表，或夹在你的衣服上。另一是显示屏，你可以在与智能手机CPU无线连接的各种显示屏上观看数据，可以是智能眼镜，比如谷歌眼镜，或汽车中的平视显示器（heads-up display）。也许你会选择一个眼部植入，让你看到你的“屏幕”浮在你面前。



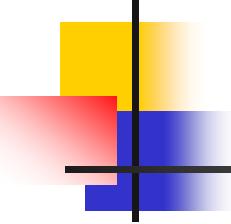
LTE网络的潜力

- 不过，目前LTE网络的潜力尚未得到全面发挥，美国运营商在商用的LTE网络中仅仅提供了20Mbps的下载速率，远低于LTE的理论值75Mbps



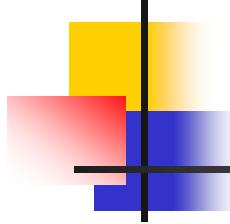
LTE-A是什么

- LTE-A是LTE-Advanced的简称,是LTE技术的后续演进。**LTE俗称3.9G, LTE-A则是纯4G。**
- 在2008年6月, 3GPP完成了LTE-A的技术需求报告, 提出了**LTE-A的最小需求: 下行峰值速率1Gbps, 上行峰值速率500Mbps**
- LTE-A要求支持的下行最高多天线配置规格为**8x8 MIMO (多入多出)**, 8根发射天线, 8根接收天线(对基站而言)
- 三星Galaxy Note3和Galaxy S4有支持LTE-A网络的型号



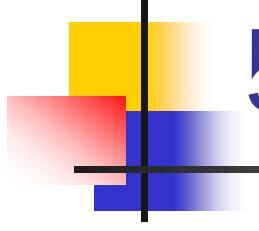
标准化进程

- **3GPP**技术的标准化工作从1999年12月开始每三个月更新一次，目前已经多个版本，包括
- R99（WCDMA）、
- R4（TD-SCDMA）、
- R5（HSDPA）、
- R6（HSUPA）
- R7（HSPA+）
- R8（TD-LTE,FDD-LTE）
- R9(LTE+):增加有关“自组织网络SON”的部分
- **R10(LTE-A)**



5G

- 下行最高速度5Gbps
- 难点在于终端开发，要求手机芯片处理能力强



5G三大场景

- 3GPP定义了5G三大场景：eMBB，mMTC和URLLC，
- eMBB对应的是3D/超高清视频等大流量移动宽带业务，
- mMTC对应的是大规模物联网业务，
- 而URLLC对应的是如无人驾驶、工业自动化等需要低时延高可靠连接的业务。

5G为何采纳华为力挺的Polar码？

- 2016年11月14日至18日期间，3GPP RAN1 #87会议在美国Reno召开，本次会议其中一项内容是决定5G短码块的信道编码方案，其中，提出了三种短码编码方案：Turbo码、LDPC码和Polar码

- 关于这三种编码方案之争，这已经是5G标准的第二次较量。
- 在2016年**10月14**日葡萄牙里斯本举行的会议上，**LDPC码**战胜了Turbo码和Polar码，被采纳为5G **eMBB**场景的数据信道的长码块编码方案。

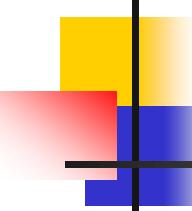
- 最终，经过连续熬夜的激战后，Polar码终于在5G核心标准上扳回一局，成为5GeMBB场景的控制信道编码方案。
- 自此，经过两次激战，在5G eMBB场景上，Polar码和LDPC码二分天下，前者为信令信道编码方案，后者为数据信道编码方案。
- Polar码和LDPC码一起历史性的走进蜂窝移动通信系统，而在3G和4G时代陪伴我们多年的Turbo码再输一局，留下了落魄而孤寂的背影。

Polar码不是华为的，LDPC也不是高通的

- Turbo码是由法国科学家C.Berrou和A.Glavieux发明。从1993年开始，通信领域开始对其研究。随后，Turbo码被3G和4G标准采纳。
- LDPC码是由MIT的教授 Robert Gallager在1962年提出，这是最早提出的逼近香农极限的信道编码，不过，受限于当时环境，难以克服计算复杂性，随后被人遗忘。直到1996年才引起通信领域的关注。后来，LDPC码被WiFi标准采纳。
- Polar码是由土耳其比尔肯大学教授E. Arikan在2007年提出，2009年开始引起通信领域的关注。

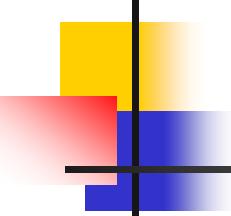
关键性能指标(*KPI*: Key Performance Indicator)

KPI	value
Peak data rate	20Gbps DL 10Gbps UL
Peak Spectral efficiency	30bps/Hz - 15bps/Hz
Control plane latency	10ms
User plane latency	URLLC: 0.5ms UL&DL
Latency for infrequent small packets	TBD
Mobility interruption time	0 ms
Inter-system mobility	With other IMT systems
Reliability	URLLC: P=10 ⁻⁵ in 1ms
Coverage	mMTC 16dB eMBB: 10dB URLLC: hr_opt



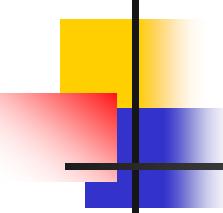
峰值速率

- 5G NR (New Radio) 的KPI里，明确规定：峰值速率20Gbps、用户面时延0.5ms (URLLC)。在4G基础上提升了20倍。
- 这也是为何很多人选择放弃3G和4G时代使用的Turbo码的原因之一，因为**4G的最大速率不过1Gbps**，传统Turbo码通过迭代译码，本质上源于串行的内部结构，所以，有人认为**Turbo遇上更高速率的5G时就遇到了瓶颈**。
- 比如**LDPC译码器是基于并行的内部结构**，这意味着译码的时候可以并行同时处理，不但能处理较大的数据量，还能减少处理时延



时延

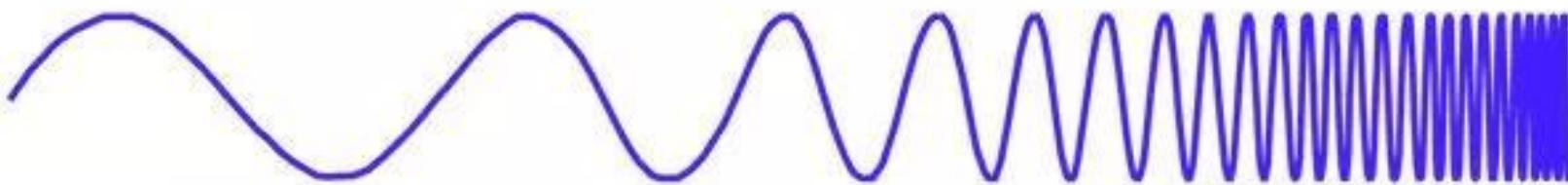
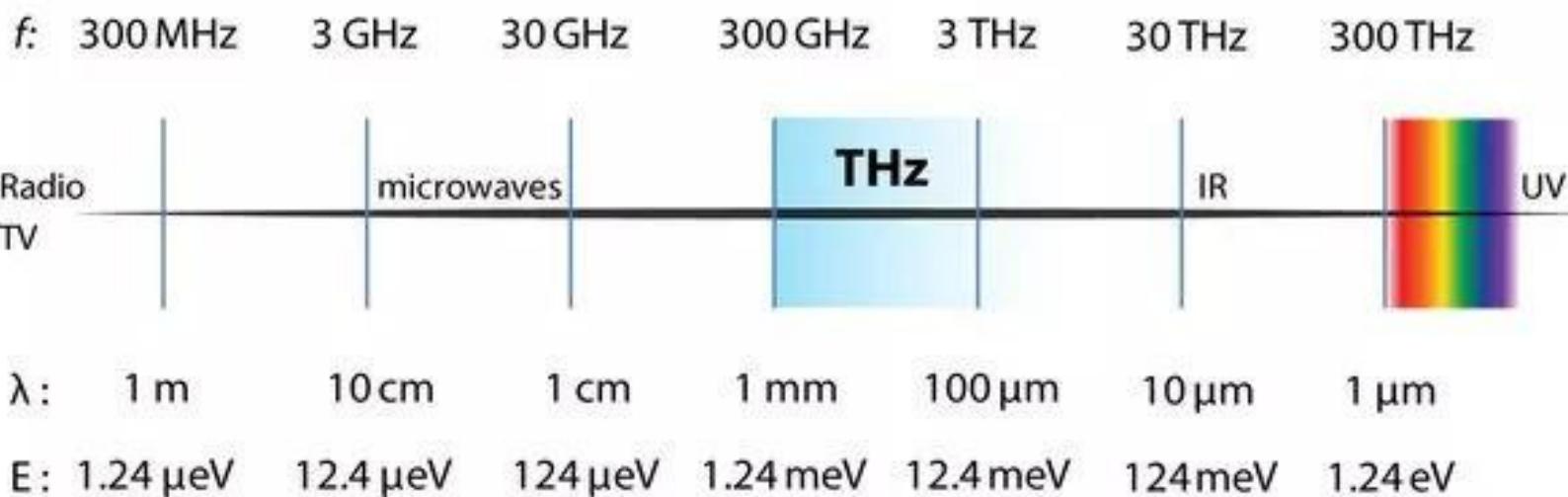
- 5G NR的URLLC应用场景要求用户面时延为0.5ms，这是4G 10ms的二十分之一。
- 之所以要求这么高的时延，是因为我们在体验增强现实、远程控制和游戏等业务时，需要传送到云端处理，并实时传回，这一来回的过程时延一定要足够低，低到用户无法觉察到。
- 另外，机器对时延比人类更敏感，对时延要求更高，尤其是5G的车联网、自动工厂和远程机器人等应用。

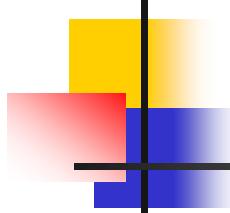


6G=区块链+动态频谱共享

- 5G还没普及，6G就来了。在MWCA2018上，美国FCC官员首次在公开场合展望6G技术。FCC委员，在今年洛杉矶举行的美国移动世界大会（MWCA2018）上的一次演讲中表示，
- 6G将迈向太赫兹频率时代，随着网络越加致密化，基于区块链的动态频谱共享技术是趋势。

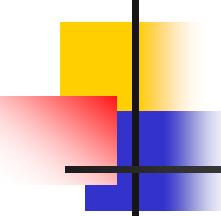
6G：迈向太赫兹时代





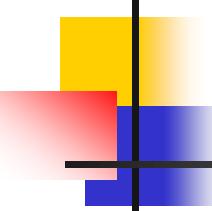
CBRS（公众无线宽带服务）

- 美国FCC于2015年开展推动动态频谱共享，在3.5GHz上推出CBRS（**公众无线宽带服务**），通过集中的频谱访问数据库系统来动态管理不同类型的无线流量，以提高频谱使用效率，激发社会共同创新。



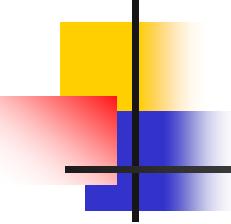
CBRS

- CBRS建立了三层频谱共享接入体系（SAS），使用CBRS的无线运营商无需获得频谱许可证，即可快速、轻松地部署5G网络。
- CBRS的核心引擎是SAS，SAS实际上就是一个基于认知无线系统的频谱控制器，具备我们都熟知的网络中的控制器的管理功能，它负责协调现有的军用雷达、卫星系统和新的商业用户间的频谱接入



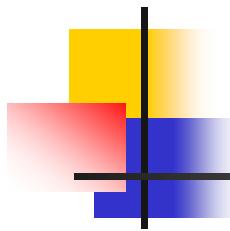
SAS体系

- SAS体系分为三级：已有业务、优先接入（PAL）和普通授权接入（GAA）。
- 已有业务拥有最高优先级，包括已在3.5GHz频段上获得授权的卫星通信服务和美国海军雷达系统等，它们将受到最高级别的保护，免受优先接入和普通授权接入用户的干扰；
- 优先接入享有免受普通授权接入用户干扰的保护；
- 普通授权接入的优先级最低，不受任何干扰保护。



SAS

- SAS的任务就是保护较高层用户免受低层用户的影响，并优化CBRS频段内所有用户可用频谱的有效使用，因此**150 MHz**的CBRS频谱是动态共享的。
- **控制器**维护所有**CBRS无线基站**的**数据库**，包括其层级状态、地理位置和其他相关信息，以协调**频率**和发射**功率分配**，并监视和保护频带免受潜在干扰。

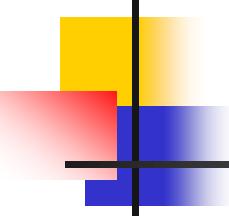


普通授权接入（GAA）

- 根据FCC规则，至少**80 MHz**频谱可用于普通授权接入（GAA）使用（假设不存在已有用户），并且在某些情况下，如果没有已有业务和优先接入用户，还可以在一定区域内使用完整的**150 MHz**频谱。

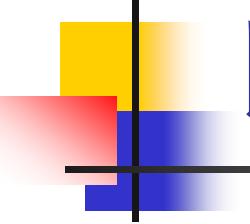


- SAS是基于**云化的系统**，具有可编程性和扩展性，基于标准的开放API，支持运营商OSS/BSS系统接口以集成计费、管理等业务功能。



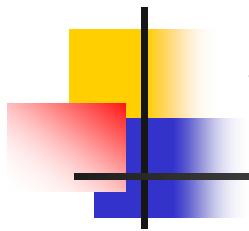
区块链+动态频谱共享

- CBRS极具创造性、高效性和前瞻性，但随着新技术的发展，还可实现**更智能、更加分布式的动态频谱共享接入技术**，这就是“区块链+动态频谱共享”技术



区块链

- 区块链是分布式数据库，无需中央中介即可安全更新，未来可以探索使用区块链作为动态频谱共享技术的低成本替代方案，而不再通过集中式的数据库来支持频谱共享接入，这不但可以降低动态频谱接入系统的管理费用，提升频谱效率，还可以进一步增加接入等级和接入用户。

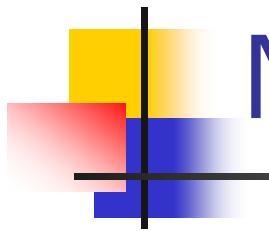


去中心化的分布式账本

- 使用去中心化的分布式账本来记录各种无线接入信息可进一步激发技术创新，甚至改变未来使用无线频谱的方式。

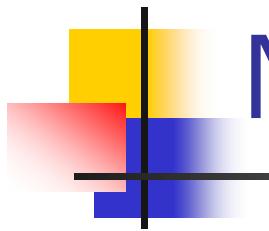
6G





NB-IoT与物联网

- 2017年物联网时代已经开启，物联网的无线通信技术主要分为两类：
 - 一类是Zigbee、WiFi、蓝牙、Z-wave等短距离通信技术；
 - 另一类是LPWAN(**low-power Wide-Area Network**，低功耗广域网)，即**广域网**通信技术。



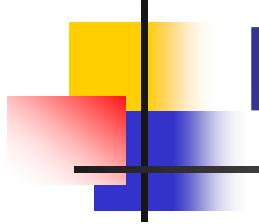
NB-IoT与物联网

- LPWA又可分为两类：
 - 一类是工作于未授权频谱（ISM 频谱）的LoRa、SigFox等技术；
 - 另一类是工作于授权频谱下，3GPP支持的2/3/4G蜂窝通信技术，比如EC-GSM、LTE Cat-m、NB-IoT等。

物联网业务种类繁多，难以用单一技术满足



LPWA (Low Power Wide Area, 低功耗广覆盖) 类业务：物联网世界存在大量的传感类、控制类连接需求，这些连接速率要求很低，但对功耗和成本非常敏感，且分布很广、海量，现有3G/4G技术从成本上无法满足需求；目前2G虽然已在承担一部分对功耗要求相对不高的业务需求，但明显还有大量需求无法满足，也不是长期发展的方案。



NB-IoT

- NB-IoT(Narrow Band Internet of Things)即基于蜂窝的窄带物联网，主要应用在小数据量、低速率的物联网应用场景，是实现万物互联的突破性技术。
- NB-IoT有更好的安全性、更深度的覆盖、更长的电池周期，具有覆盖广、连接多、速率低、成本低、功耗低、架构优等特点。

NB-IOT技术定义；FDD-LTE与TD-LTE的对比

□ NB-IOT技术定义：

- 目前，仅FDD LTE系统支持NB-IoT技术，TD-LTE系统不支持NB-IoT技术。
- NB-IoT是在基于FDD LTE技术上改造而来的，物理层设计大部分沿用LTE系统技术，如上行采用SC-FDMA，下行采用OFDM。高层协议设计沿用LTE协议，针对其小数据包、低功耗和大连接特性进行功能增强。核心网部分基于S1接口连接，支持独立部署和升级部署两种方式。

结论：NB-IOT可以理解为一种简化版的FDD LTE技术；

□ 优点： NB-IoT在覆盖、功耗、成本、连接数等方面性能最优，最符合LPWA类业务需求；

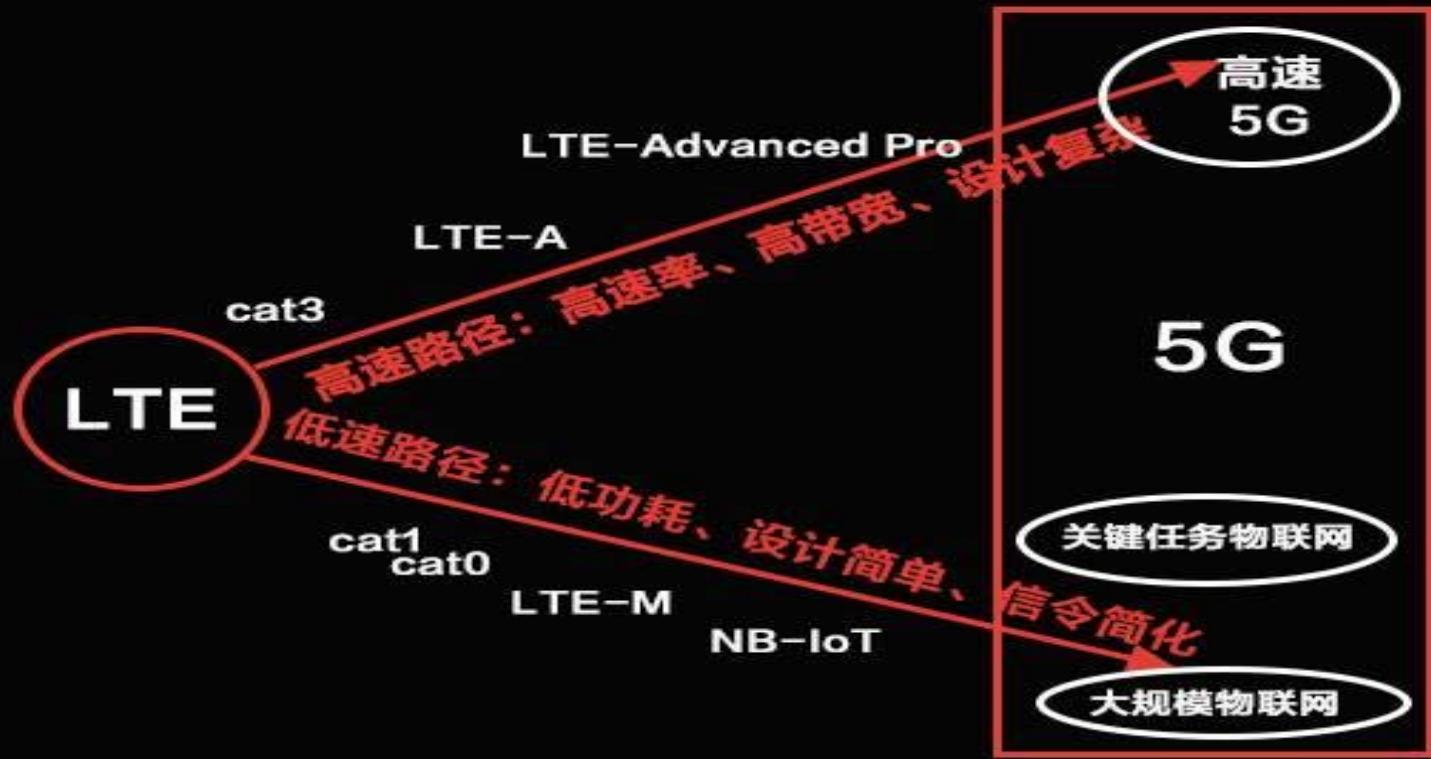
□ 缺点： NB-IoT无法满足对移动性及速率要求较高、数据量大、需要语音业务的应用需求，可考虑eMTC、Cat1等候选技术；

TD-LTE与FDD-LTE主要对比：

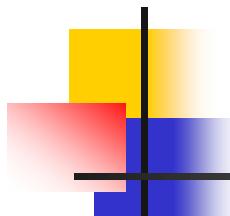
TD-LTE与FDD-LTE技术在用户应用层面是一样的，应用场景一样；区别在于调度资源的方式不同；用户感知上，上行速率比现网TD-LTE快（5M带宽下，FDD是TDD的2倍左右）；下行速率比现网TD-LTE慢（5M带宽下，FDD是TDD的约1/3）；

技术体制	TD-LTE	LTE FDD
	主要技术差异	
双工方式	TDD	FDD
频段	F\E\D	900M
带宽	10/20M (上下行共用频段)	2*5/2*10M(上下行分开)
子帧上下行配置	无线帧中多种子帧上下行配置方式	无线帧全部上行或者下行配置
调度周期	随上下行配置方式不同而不同，最小1ms	1ms

LTE与NB-IoT

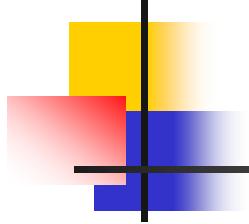


2014 2015 2016 2017 2018 2020-25

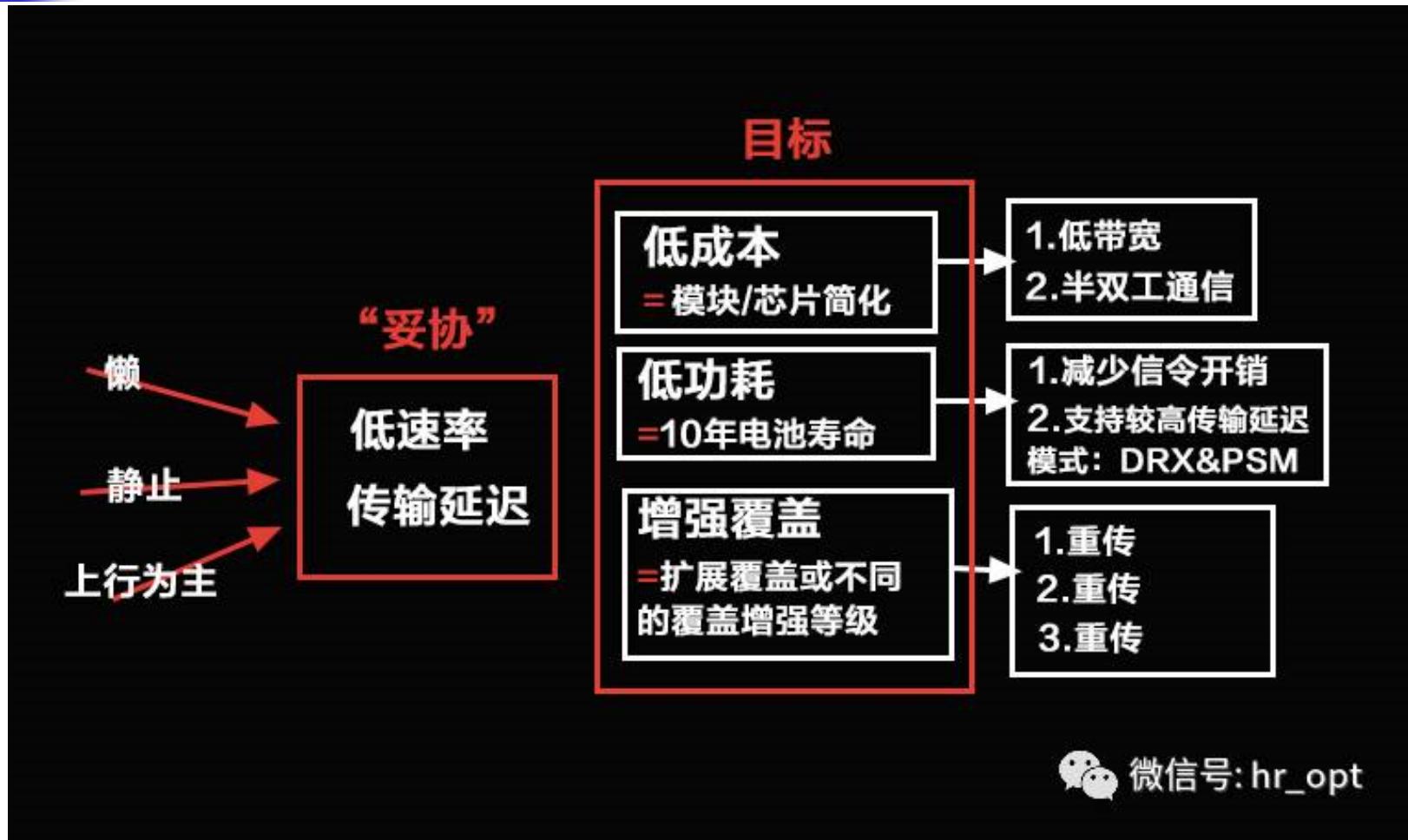


物联网主要有三大特点

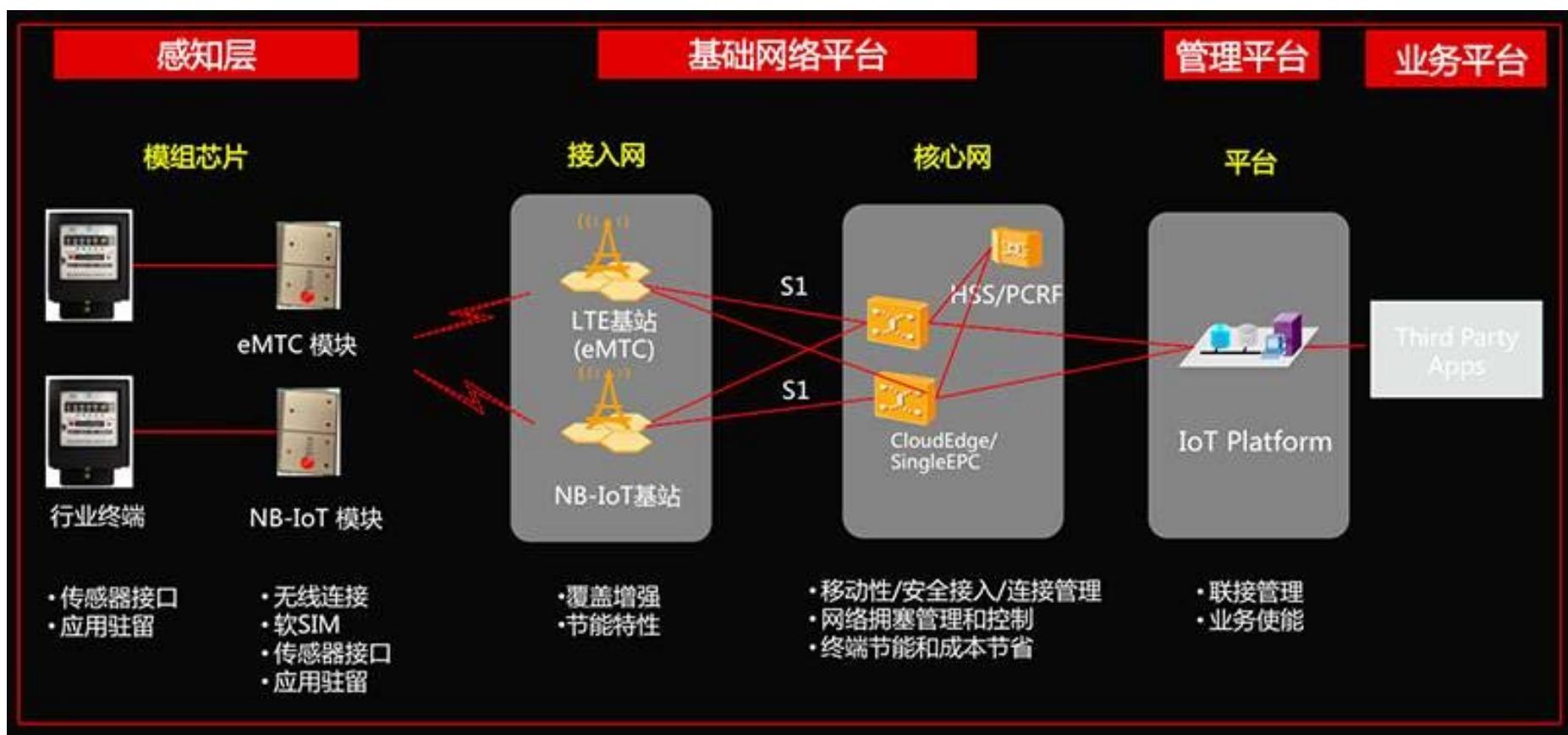
- 比较传统2/3/4G网络，一些物联网主要有三大特点：
- ①懒
- 终端都很懒，大部分时间在睡觉，每天传送的数据量极低，且允许一定的传输延迟（比如，**智能水表**）。

- 
- ②静止
 - 并不是所有的终端都需要移动性，大量的物联网终端长期处于**静止状态**。
 - ③上行为主
 - 与“人”的连接不同，物联网的流量模型不再是下行为主，可能是以上行为主。

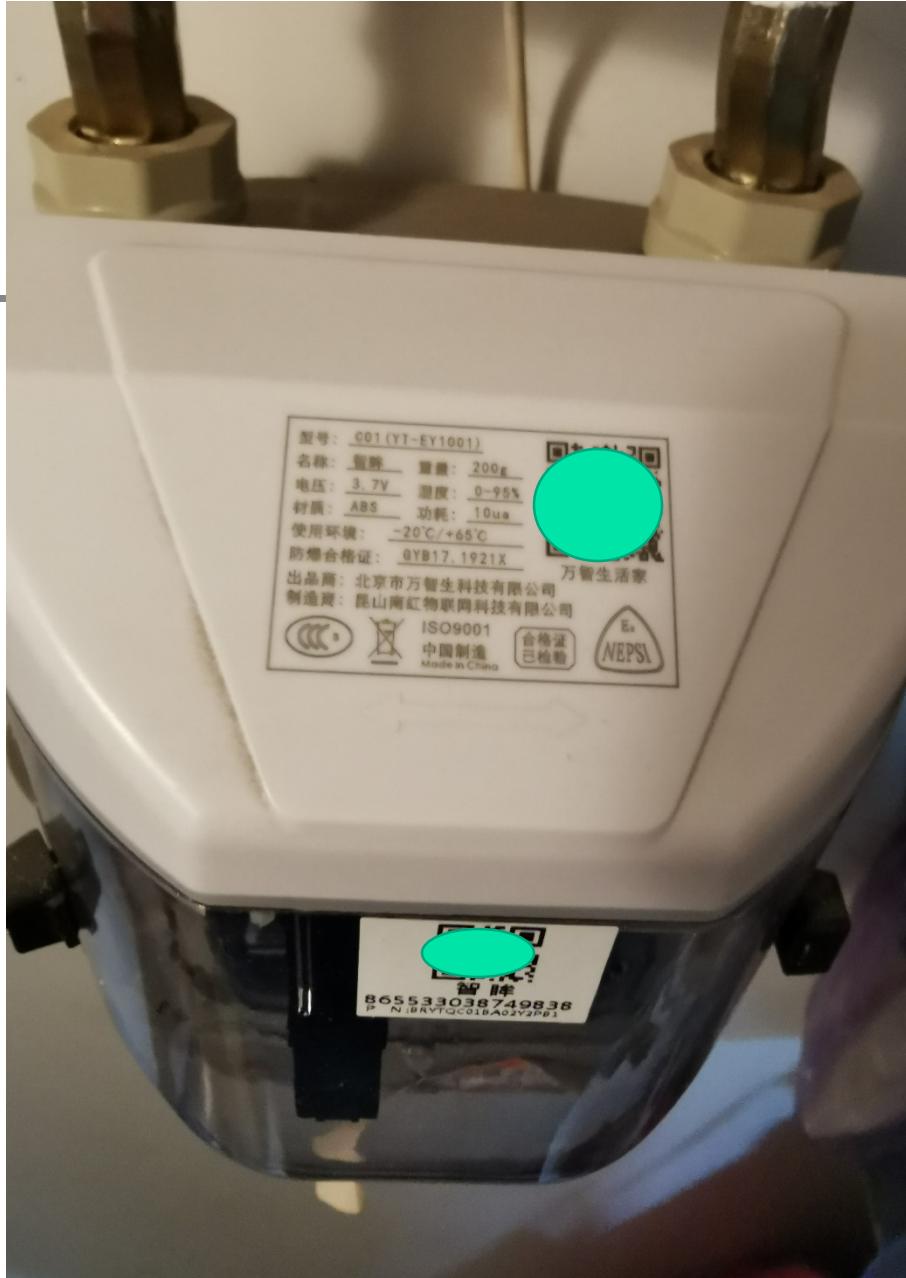
NB-IoT的设计原则和目标

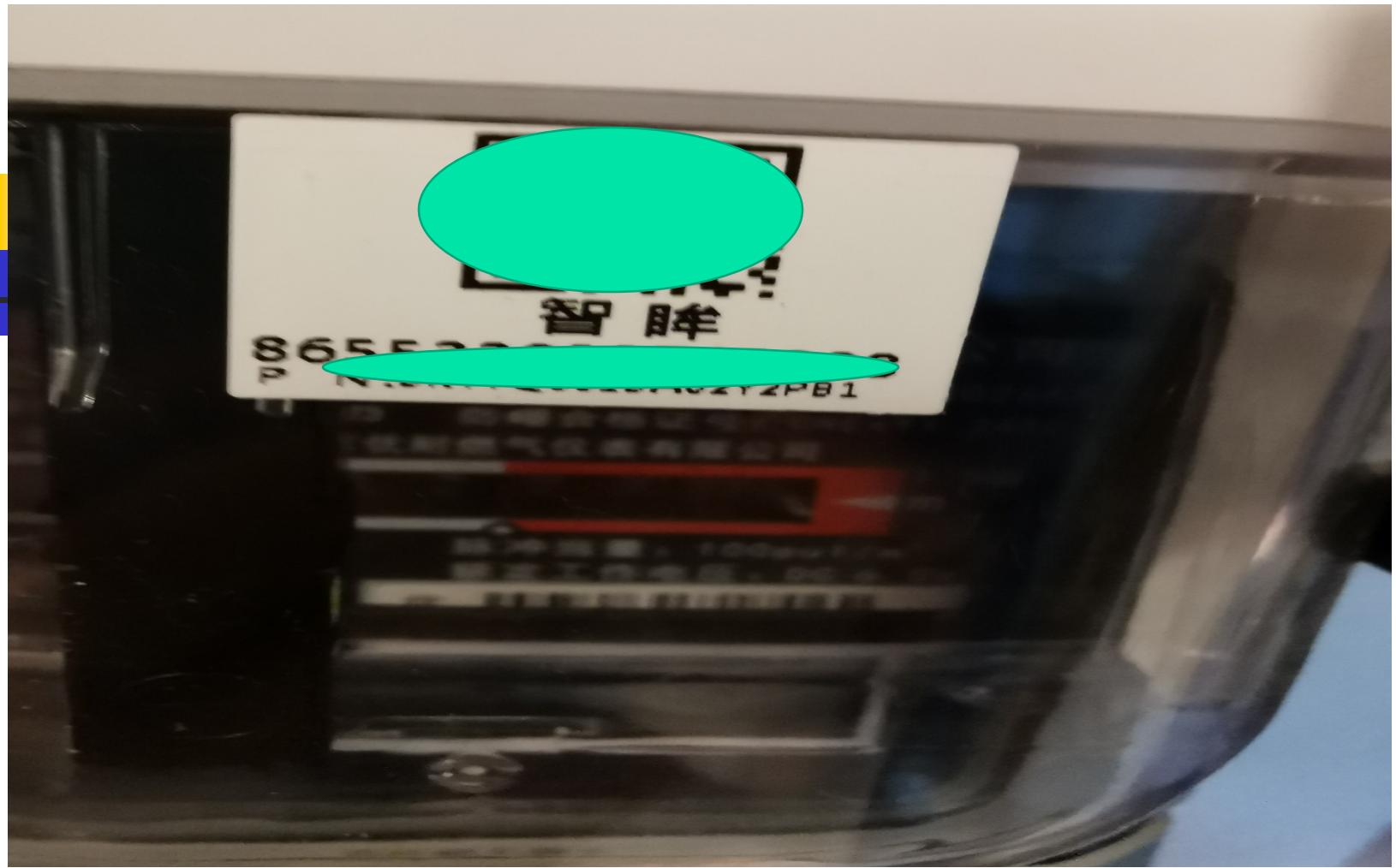


NB-IoT的网络架构

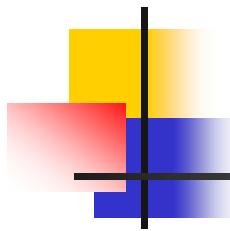


在燃
气表
上加
装摄
像头





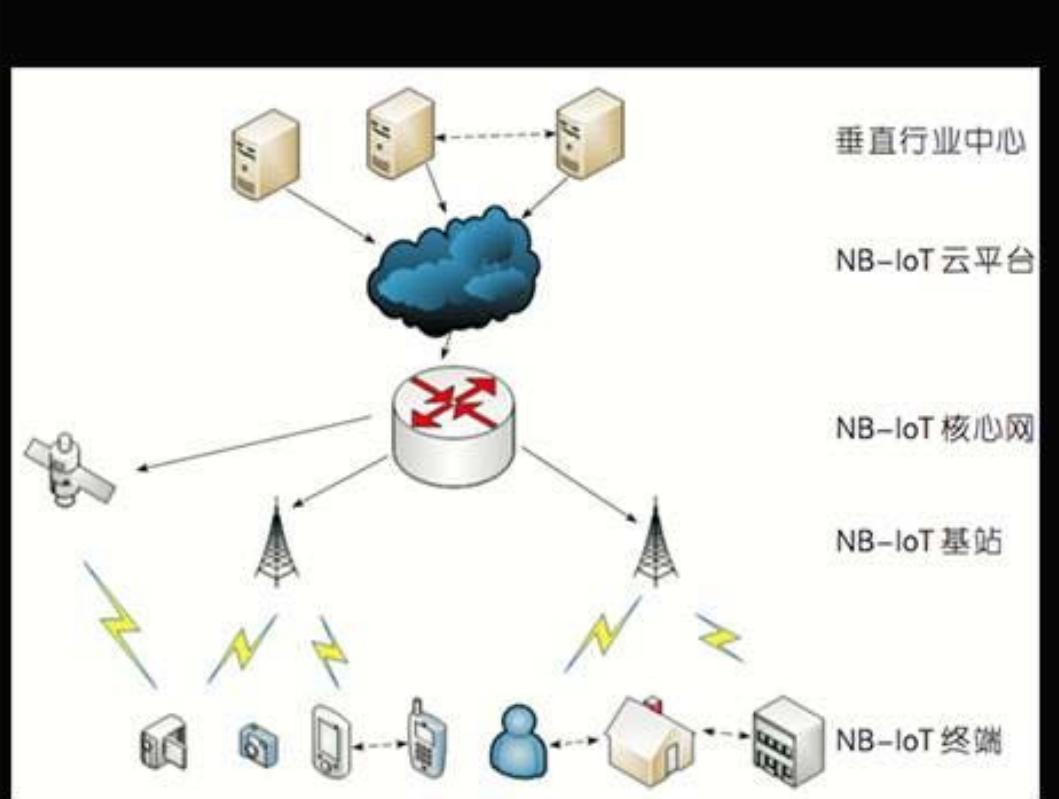
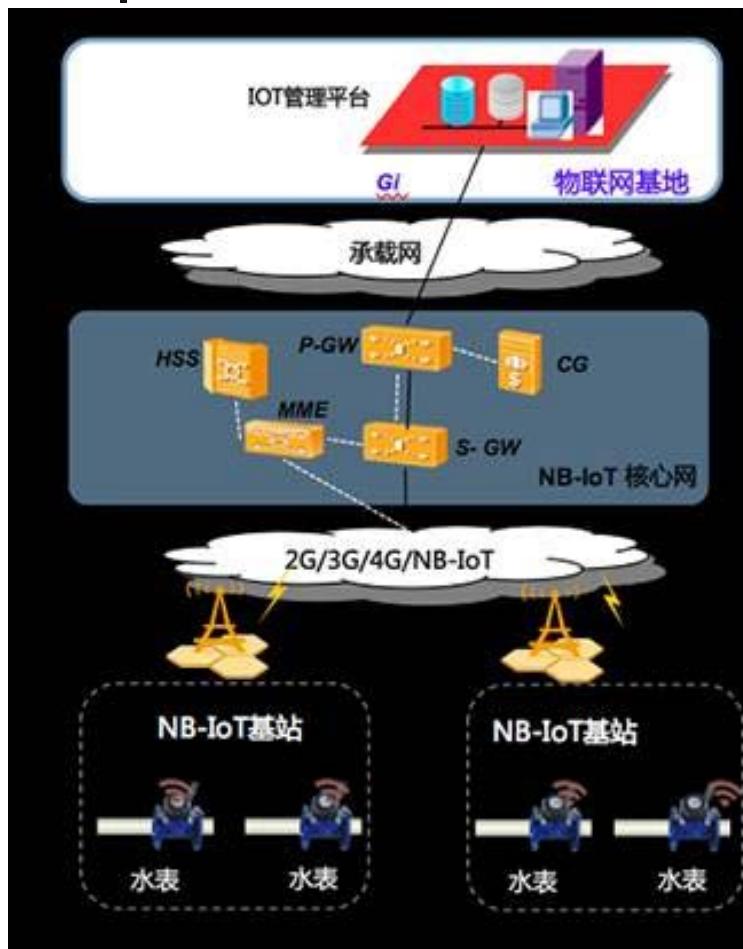
北京燃气集团在燃气表上加装摄像头，
然后通过NB-IOT网络连接到“天翼云”
上的燃气数据采集中心



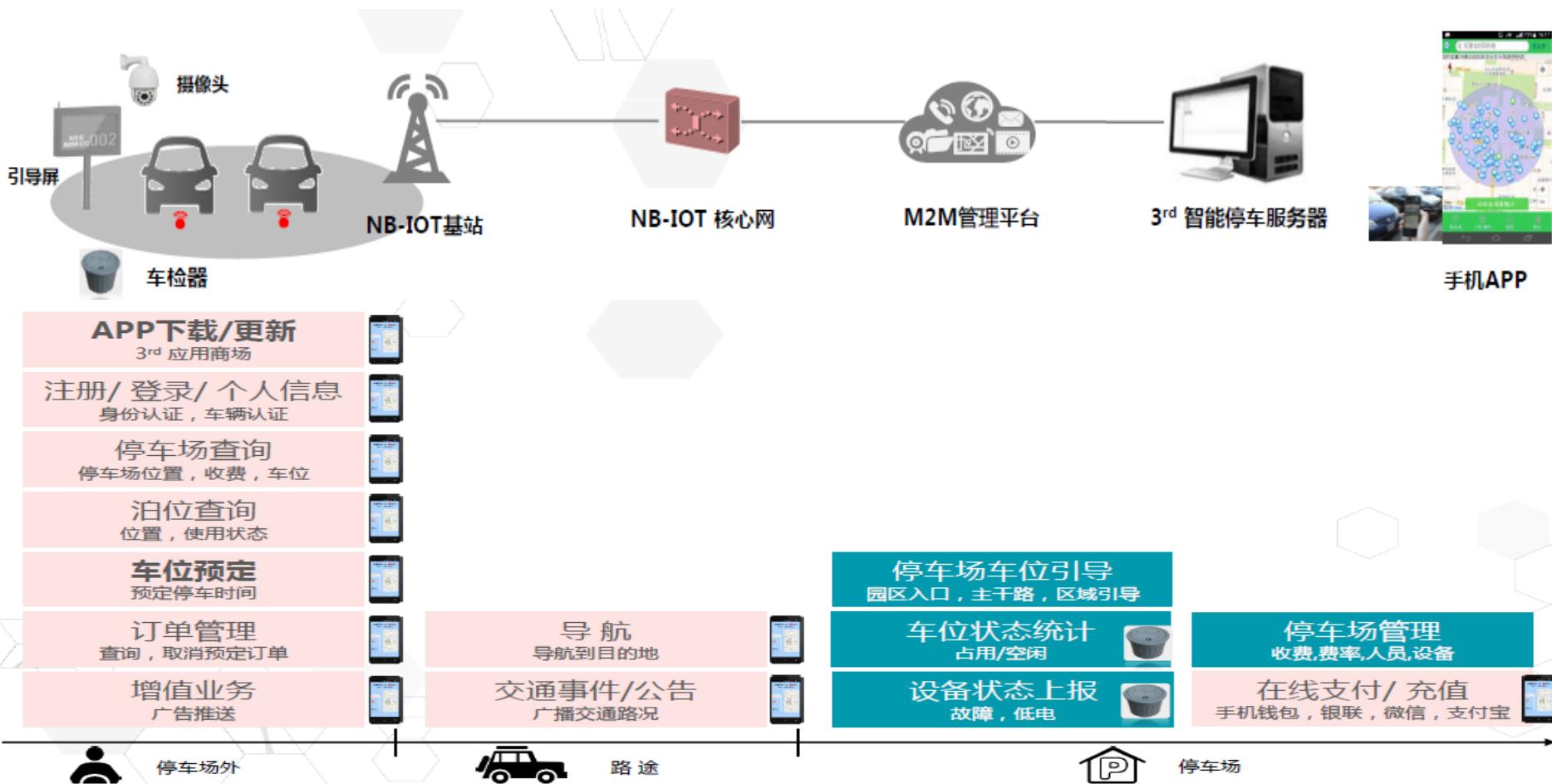
北京燃气集团

- 北京市燃气集团与中国电信北京公司在2018年5月合作协议在北京签署。
- 根据合作协议，中国电信北京公司将通过“窄带物联网（NB-IoT）”、“天翼云”等前端技术，
- 与北京市燃气集团在燃气产品领域进行全面合作。

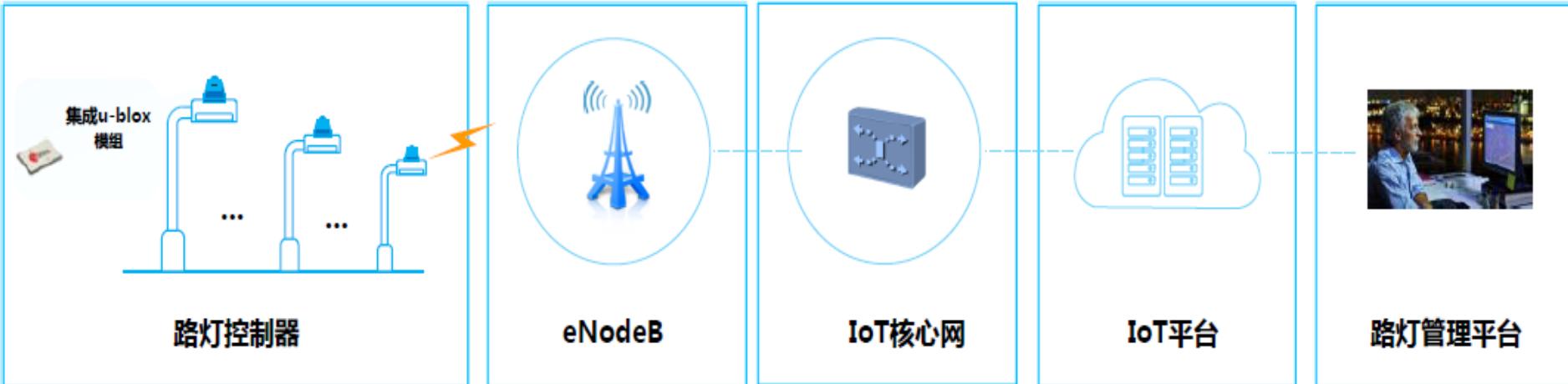
NB-IoT的网络架构



应用案例1-智能停车场



应用案例2-智慧路灯

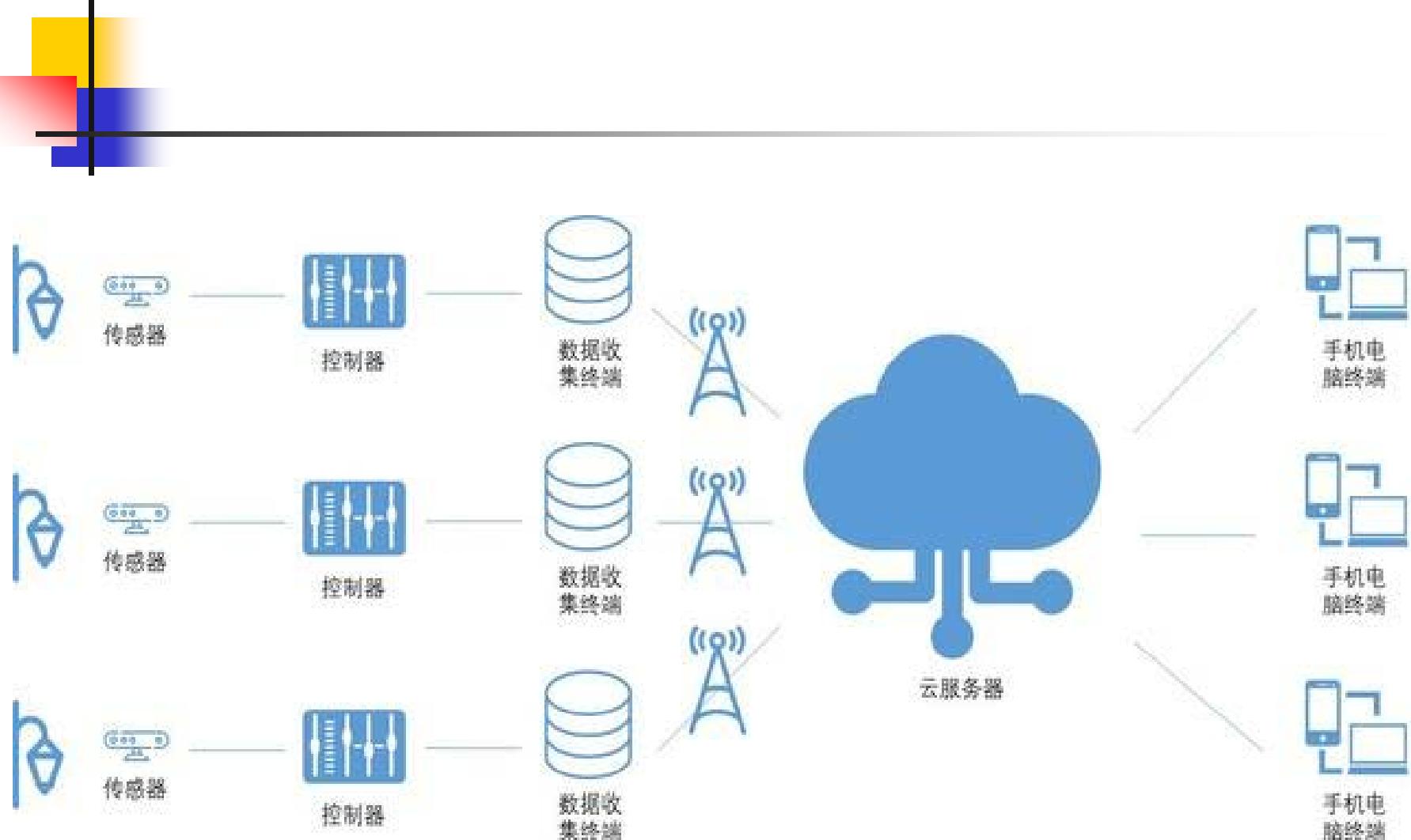


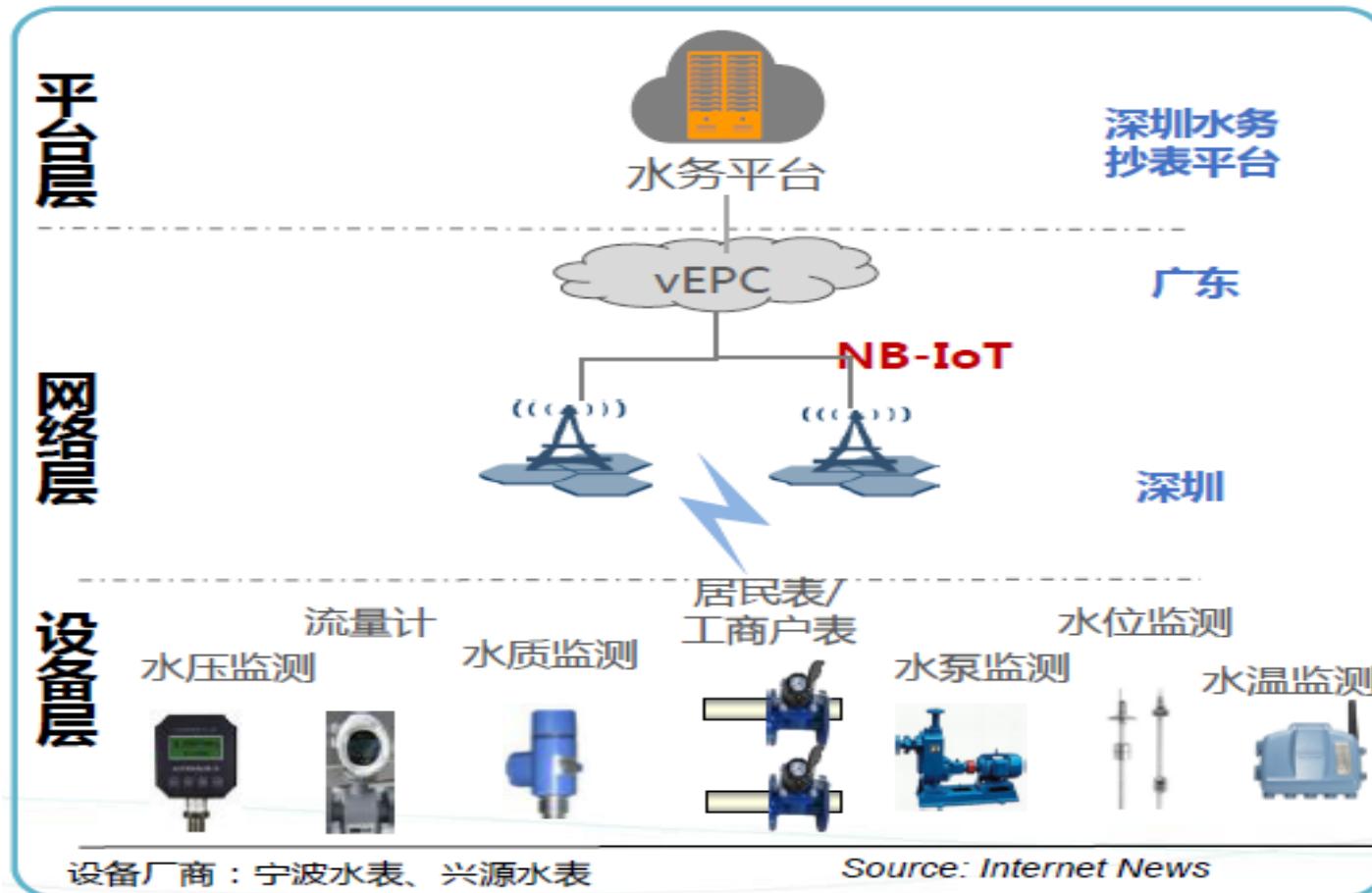
- 远程单灯控制(开/关/调光)
- 远程配置路灯参数
- 远程升级软件
- 实时查询路灯状态
- 远程故障定位

2017年底前，通过NB-IoT实现潍坊**4万**盏路灯杆的状态查询和控制

智慧城市

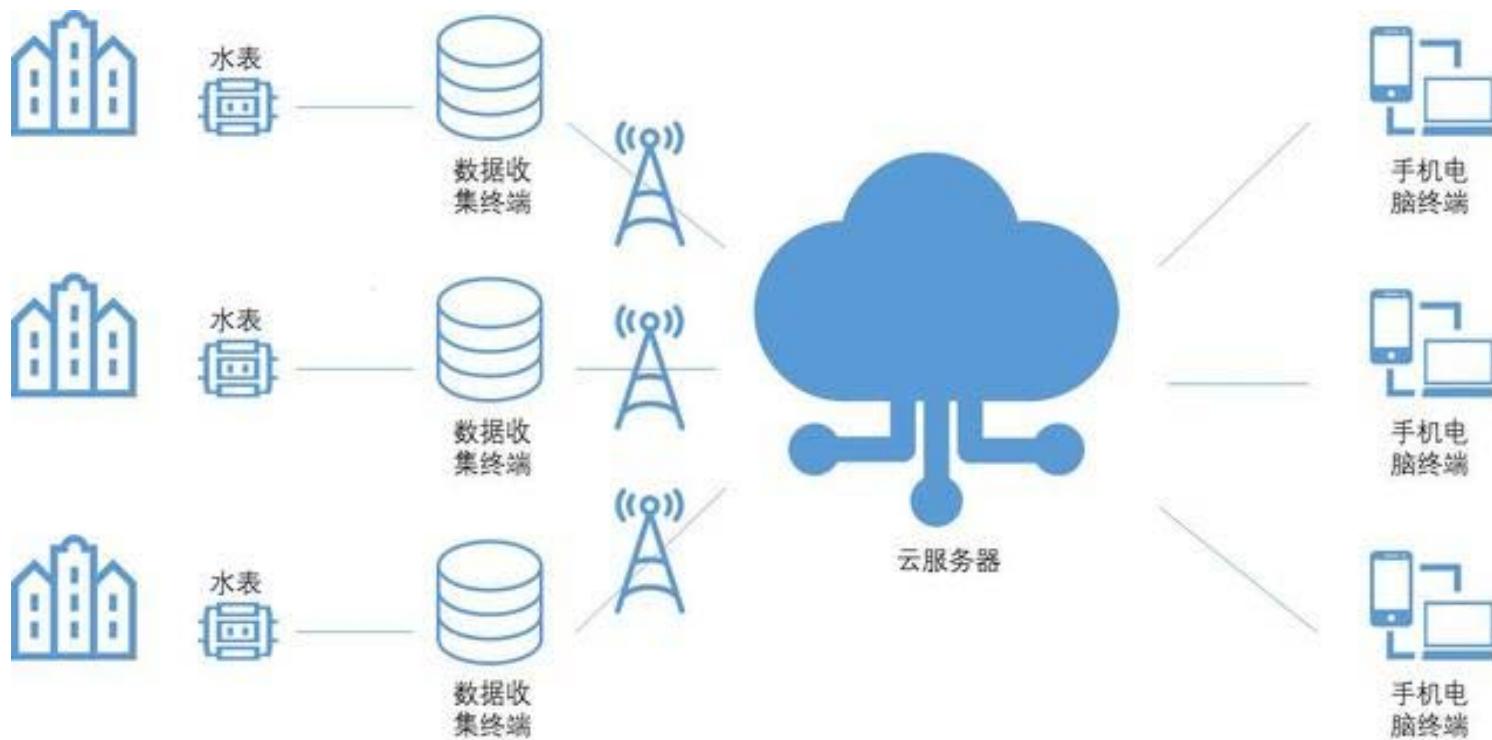
智慧路灯





➤ 传统抄表方案存在着协议不统一，功耗以及干扰大，备货和运维困难等问题。

远程抄表



应用案例4-智能锁



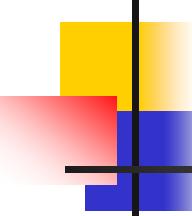
手机电
脑终端



手机电
脑终端

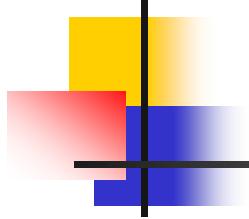


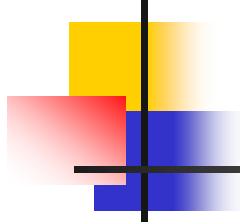
手机电
脑终端



智能锁

- 随着近几年智能家居行业的火爆，智能锁在生活中使用的频率也越来越高，
- 目前市场上智能锁基本使用的是非机械钥匙作为用户识别ID的技术，主流技术有指纹识别（实验室用）、感应卡、面部识别、密码识别（家里用，密码不易外传）等，提高了门禁的安全性（租住地可以用，换租户不用换锁）。
- 但是以上安全性的前提是需要智能锁持续处于通电状态，若突然断电会给家庭用户带来很大的安全隐患。（突然断电可以通过手机app设置一个临时密码开门）

- 
- 烽火FitNB-IoT技术应用于智能家居系统，拥有低功耗的特点，**两节AA电池**可待机十年，大大减少后期维护成本;超强信号覆盖，**可覆盖室内和地下室**;海量的连接，满足智能家居多个终端同时连接。



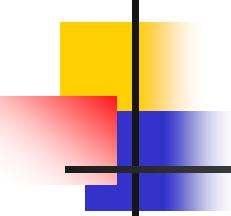
车联网V2X

- 所谓V2X，与流行的B2B、B2C如出一辙，意为vehicle to everything，即车对外界的信息交换。
- 均胜车联—全球顶级车联网技术一级供应商（德国、中国，华人CEO），是大众集团的长期合作伙伴



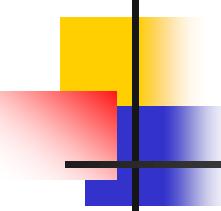
v2x

- v2x是指车对外界的信息交换，在自动驾驶模式下，搭载该系统能够通过对实时交通信息的分析，自动选择路况最佳的行驶路线，从而大大缓解交通堵塞。



为什么需要V2X?

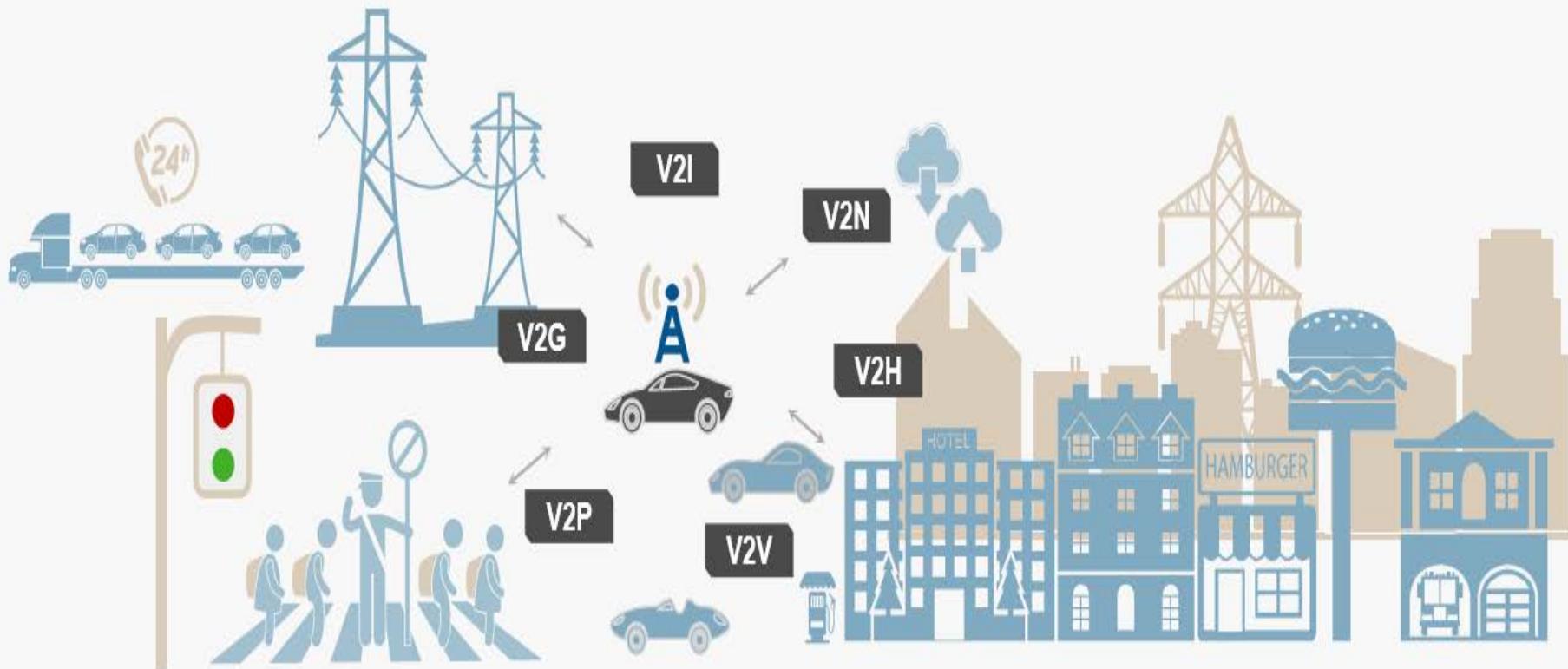
- ADAS（高级驾驶辅助系统）通过感知和分析车辆所处环境并做出相应反应实现了传统车企迈向无人驾驶汽车的开端。
- 但是汽车智能化的终极目标仍是汽车在包括行人、车辆、公共设施等因素的复杂环境中的完全自主行驶。
- 这需要完整建立汽车与行驶环境中所有其他因素的信息交换，即V2X (Vehicle to Everything)。V2X技术作为推动车路云高度协同，促进车际互联的关键，也将是通往无人驾驶高阶阶段的核心



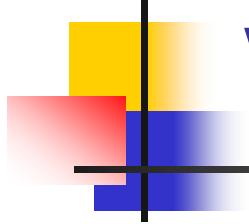
V2X分类

- V2X包括且不限于：
 - V2V – Vehicle to Vehicle 汽车与其他汽车通信
 - V2P – Vehicle to Pedestrian 汽车感应并与接近的行人通信
 - V2N – Vehicle to Network 汽车与互联网及云端的实时联通
 - V2I – Vehicle to Infrastructure 汽车与基础设施共享信息
 - V2H – Vehicle to Home 汽车作为家庭的补充能源供给
 - V2G – Vehicle to Grid 智能电网控制汽车充电并返还电力给电网

V2X分类



智能网联、车路协同是提高交通安全水平、减少环境污染，尤其是提升交通效率的重要技术手段与实现途径



V2X主要产品

- 具备AP、LTE和Connectivity等连接芯片的V2X系统
- 业务演进方向：
 - • 出行发生端的共享出行
 - • 出行阶段的安全出行
 - • 出行阶段的交通效率
 - • 贯穿出行过程的信息服务类