

第 4 章 通信技术



学习任务



本章主要涉及：

1

无线低速网络

2

移动通信网络

3

设备对设备通信技术（M2M）



4.1 无线低速网络



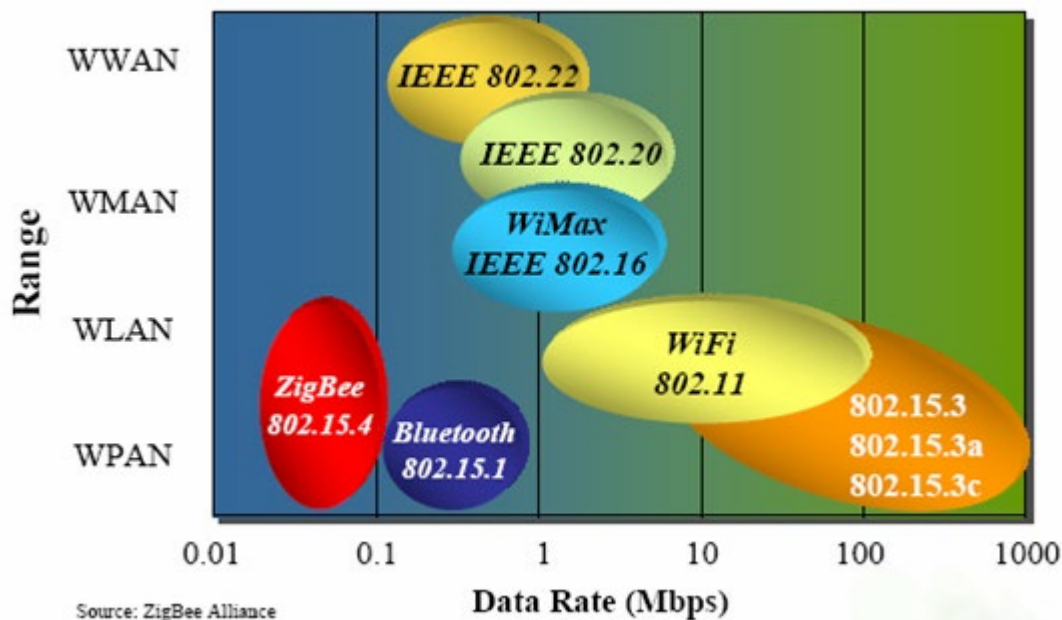
- 物联网背景下连接的物体，既有智能的也有非智能的。
- 为了适应物联网中那些能力较低的节点低速率、低通信半径、低计算能力，和低能量的要求，需要对物联网中各种各样的物体进行操作的前提就是先将他们连接起来，低速网络协议是实现全面互联互通的前提。



4.1 无线低速网络



- 典型的无线低速网络协议有蓝牙（802.15.1协议）、紫蜂ZigBee（802.15.4协议）、红外及近距离无线通信NFC等无线低速网络技术。



无线传输频段比较



4.1.1 蓝牙技术（Bluetooth）



- **蓝牙技术**是一种支持设备短距离通信（一般**10m**内）的无线电技术。能在包括移动电话、**PDA**、无线耳机、笔记本电脑、相关外设等众多设备之间进行无线信息交换。
- 利用“蓝牙”技术，能够有效地简化移动通信终端设备之间的通信，也能够成功地简化设备与因特网**Internet**之间的通信，从而数据传输变得更加迅速高效，为无线通信拓宽道路。



4.1.1 蓝牙技术（Bluetooth）



- 蓝牙技术使用高速跳频和时分多址等先进技术，在近距离内最廉价地将几台数字化设备呈网状链接起来。
- 蓝牙技术采用分散式网络结构，支持点对点及点对多点通信，工作在全球通用的**2.4GHz ISM**（即工业、科学、医学）频段。其数据速率为**1Mbps**。采用时分双工传输方案实现全双工传输。



4.1.1 蓝牙技术 (Bluetooth)



1. 蓝牙技术的起源

- **1998年5月**，爱立信、诺基亚、东芝、**IBM**和英特尔公司等五家著名厂商，在联合开展短程无线通信技术的标准化活动时提出了蓝牙技术，其宗旨是提供一种短距离、低成本的无线传输应用技术。
- 蓝牙的名字来源于**10世纪**丹麦国王**Harald Blatand** - 英译为**Harold Bluetooth**(因为他十分喜欢吃蓝莓,所以牙齿每天都带着蓝色)。他将当时的瑞典、芬兰与丹麦统一起来。用他的名字来命名这种新的技术标准，含有将四分五裂的局面统一起来的意思。



4.1.1 蓝牙技术 (Bluetooth)



2. 蓝牙技术的应用

- 蓝牙技术可以应用于日常生活的各个方面，例如，引入蓝牙技术，就可以去掉移动电话与膝上型电脑之间的令人讨厌的连接电缆而而通过无线使其建立通信。
- 打印机、**PDA**、桌上型电脑、传真机、键盘、游戏操纵杆以及所有其它的数字设备都可以成为蓝牙系统的一部分。



4.1.1 蓝牙技术 (Bluetooth)



3. 蓝牙技术的规范及特点

- 蓝牙技术是一种无线数据与语音通信的开放性全球规范，它以低成本的近距离无线连接为基础，为固定与移动设备通信环境建立一个特别连接。
- 其程序写在一个**9 x 9 mm**的微芯片中。蓝牙工作在全球通用的**2.4GHz ISM**(即工业、科学、医学)频段。



4.1.1 蓝牙技术 (Bluetooth)



- 蓝牙的标准是**IEEE802.15**，工作在**2.4GHz** 频带，带宽为**1Mb/s**。
- 以时分方式进行全双工通信，其基带协议是电路交换和分组交换的组合。
- 一个跳频频率发送一个同步分组，每个分组占用一个时隙，使用扩频技术也可扩展到**5**个时隙。



4.1.1 蓝牙技术 (Bluetooth)



- 同时，蓝牙技术支持**1个异步数据通道或3个并发的同步话音通道**，或**1个同时传送异步数据和同步话音的通道**。
- 每一个话音通道支持**64kb/s**的同步话音；异步通道支持最大速率为**721kb/s**，反向应答速率为**57.6 kb/s**的非对称连接，或者是**432.6 kb/s**的对称连接。



4.1.1 蓝牙技术 (Bluetooth)



- 依据发射输出电平功率不同，蓝牙传输有**3**种距离等级：
- **Class1** 为**100m** 左右；**Class2** 约为**10m**；**Class3** 约为**2-3m**。一
- 般情况下，其正常的工作范围是**10m** 半径之内。在此范围内，可进行多台设备间的互联。



4.1.1 蓝牙技术（Bluetooth）



4. 蓝牙匹配规则

- 两个蓝牙设备在进行通讯前，必须将其匹配在一起，以保证其中一个设备发出的数据信息只会被经过允许的另一个设备所接受。
- 蓝牙技术将设备分为两种：主设备和从设备。



4.1.1 蓝牙技术（Bluetooth）



① 蓝牙主设备：

- 主设备一般具有输入端。在进行蓝牙匹配操作时，用户通过输入端可输入随机的匹配密码来将两个设备匹配。
- 蓝牙手机、安装有蓝牙模块的**PC**等都是主设备。（例如：蓝牙手机和蓝牙**PC**进行匹配时，用户可在蓝牙手机上任意输入一组数字，然后在蓝牙**PC**上输入相同的一组数字，来完成这两个设备之间的匹配。）



4.1.1 蓝牙技术（Bluetooth）



② 蓝牙从设备：

- 从设备一般不具备输入端。因此从设备在出厂时，在其蓝牙芯片中，固化有一个**4位或6位**数字的匹配密码。蓝牙耳机、**UD**数码笔等都是从设备。
- （例如：蓝牙**PC**与**UD**数码笔匹配时，用户将**UD**笔上的蓝牙匹配密码正确的输入到蓝牙**PC**上，完成**UD**笔与蓝牙**PC**之间的匹配。）



4.1.1 蓝牙技术 (Bluetooth)



- ③ 主设备与主设备之间、主设备与从设备之间，是可以互相匹配在一起的；而从设备与从设备是无法匹配的。
- 例如：蓝牙**PC**与蓝牙手机可以匹配在一起；蓝牙**PC**也可以与**UD**笔匹配在一起；而**UD**笔与**UD**笔之间是不能匹配的。
 - 一个主设备，可匹配一个或多个其他设备。例如：一部蓝牙手机，一般只能匹配**7**个蓝牙设备。而一台蓝牙**PC**，可匹配十多个或数十个蓝牙设备。
 - 在同一时间，蓝牙设备之间仅支持点对点通讯。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- **ZigBee技术**是一种近距离、低复杂度、低功耗、低速率、低成本的双向无线通讯技术。
- 主要用于距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间进行数据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和低反应时间数据传输的应用。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- **ZigBee**采用**DSSS**技术调制发射，用于多个无线传感器组成网状网络，是一种短距离、低速率低功耗的无线网络传输技术，
- 采用**DSSS**技术调制发射，用于多个无线传感器组成网状网络，新一代的无线传感器网络将采用**802.15.4(ZigBee)**协议。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



1. 紫蜂技术（ZigBee）简介

- **ZigBee**这个名字来源于蜂群的通信方式：蜜蜂之间通过跳**Zigzag**形状的舞蹈来交互消息，以便共享食物源的方向、位置和距离等信息。借此意义**Zigbee**作为新一代无线通讯技术的命名。



紫蜂网络节点模块



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 紫蜂是一种高可靠的无线数传网络，类似于**CDMA**和**GSM**网络。**ZigBee**数传模块类似于移动网络基站。
- 通讯距离从标准的**75m**到几百米、几公里，并且支持无限扩展。
- **ZigBee**是一个由可多到**65000**个无线数传模块组成的一个无线网络平台，在整个网络范围内，每一个网络模块之间可以相互通信，每个网络节点间的距离可以从标准的**75m**无限扩展。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 与移动通信的**CDMA**网或**GSM**网不同的是，紫蜂网络主要是为工业现场自动化控制数据传输而建立，因而，它必须具有简单，使用方便，工作可靠，价格低的特点。
- 而移动通信网主要是为语音通信而建立，每个基站价值一般都在百万元人民币以上，而每个紫蜂网络“基站”却不到**1000**元人民币。



4.1.2 紫蜂技术 (ZigBee)



2. 技术特点

- 紫蜂是一种无线连接,可工作在**2.4GHz**(全球流行)、**868MHz**(欧洲流行)和**915 MHz**(美国流行)3个频段上,分别具有最高**250kbit/s**、**20kbit/s**和**40kbit/s**的传输速率,
- 它的传输距离在**10-75m**的范围内,但可以继续增加。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



作为一种无线通信技术, 紫蜂具有如下特点:

- (1) 低功耗
- (2) 成本低
- (3) 时延短
- (4) 网络容量大
- (5) 可靠
- (6) 安全



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



3. 应用领域

- ① 家庭和建筑物的自动化控制：照明、空调、窗帘等家具设备的远程控制；
- ② 消费性电子设备：电视、**DVD**、**CD**机等电器的远程遥控。
- ③ **PC**外设：无线键盘、鼠标、游戏操纵杆等；
- ④ 工业控制：使数据的自动采集、分析和处理变得更加容易；
- ⑤ 医疗设备控制：医疗传感器、病人的紧急呼叫按钮等；
- ⑥ 交互式玩具。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



4. 紫蜂（ZigBee）联盟

- **ZigBee**联盟成立于**2002年8月**，由英国**Invensys** 公司、日本三菱电气公司、美国摩托罗拉公司以及荷兰飞利浦半导体公司组成，如今已经吸引了上百家芯片公司、无线设备公司和开发商的加入。
- 联盟是一个高速成长的非盈利业界组织。联盟制定了基于**IEEE802.15.4**，具有高可靠、高性价比、低功耗的网络应用规格。

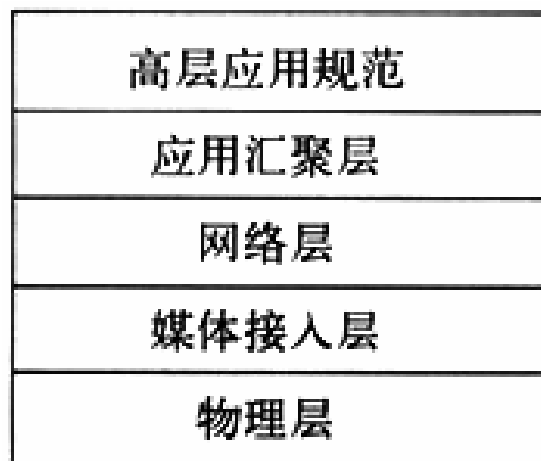


4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



5. ZigBee协议栈

- **ZigBee**协议栈结构是基于标准**OSI**七层模型的，包括高层应用规范、应用汇聚层、网络层、媒体接入层和物理层。



ZigBee协议栈



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- **IEEE 802.15.4**定义了两个物理层标准，分别是**2.4GHz**物理层和**868/915MHz**物理层。两者均基于直接序列扩频（**DSSS**）技术。
- **868MHz**只有一个信道，传输速率为**20kb/s**；
- **902MHz~928MHz**频段有**10**个信道，信道间隔为**2MHz**，传输速率为**40kb/s**。以上这两个频段都采用**BPSK**调制。
- **2.4GHz~2.4835 GHz**频段有**16**个信道，信道间隔为**5MHz**，能够提供**250kb/s**的传输速率，采用**O-QPSK**调制。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 为了提高传输数据的可靠性，**IEEE 802.15.4**定义的媒体接入控制（**MAC**）层采用了**CSMA-CA**和时隙**CSMA-CA**信道接入方式和完全握手协议。
- 应用汇聚层主要负责把不同的应用映射到**ZigBee**网络上，主要包括安全与鉴权、多个业务数据流的会聚、设备发现和业务发现。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



6. ZigBee网络的拓扑结构

- **ZigBee**网络的拓扑结构主要有三种，星型网、网状（**mesh**）网和混合网。
- 星型网是由一个**PAN**协调点和一个或多个终端节点组成的。
- **PAN**协调点必须是**FFD**，它负责发起建立和管理整个网络，其它的节点（终端节点）一般为**RFD**，分布在**PAN**协调点的覆盖范围内，直接与**PAN**协调点进行通信。
- 星型网通常用于节点数量较少的场合。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



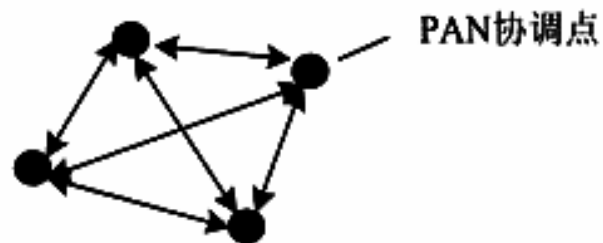
- 网状（**Mesh**）网一般是由若干个**FFD**连接在一起形成，它们之间是完全的对等通信，每个节点都可以与它的无线通信范围内的其它节点通信。
- **Mesh**网中，一般将发起建立网络的**FFD**节点作为**PAN**协调点。
- **Mesh**网是一种高可靠性网络，具有“自恢复”能力，它可为传输的数据包提供多条路径，一旦一条路径出现故障，则存在另一条或多条路径可供选择。



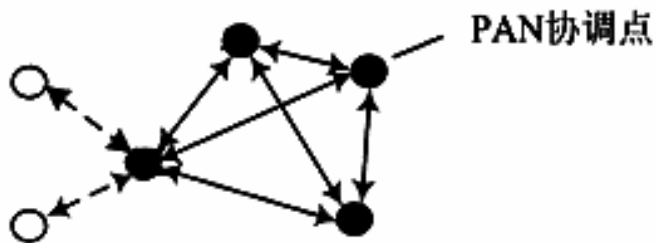
4.1.2 紫蜂技术 (ZigBee)



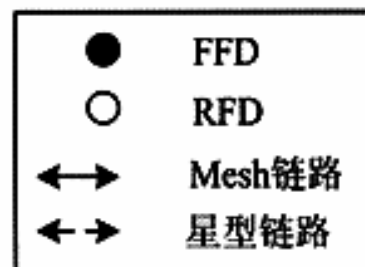
(a)星型网



(b)Mesh网



(c)星型和mesh结构组成的混合网



ZigBee网络的拓扑结构



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- **Mesh**网可以通过**FFD**扩展网络，组成**Mesh**网与星型网构成的混合网。
- 混合网中，终端节点采集的信息首先传到同一子网内的协调点，再通过网关节点上传到上一层网络的**PAN**协调点。
- 混合网都适用于覆盖范围较大的网络。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



7. ZigBee网络配置

- 低数据速率的**WPAN**中包括两种无线设备：全功能设备（**FFD**）和精简功能设备（**RFD**）。
- 其中，**FFD**可以和**FFD**、**RFD**通信，而**RFD**只能和**FFD**通信，**RFD**之间是无法通信的。
- **RFD**的应用相对简单，例如在传感器网络中，它们只负责将采集的数据信息发送给它的协调点，并不具备数据转发、路由发现和路由维护等功能。**RFD**占用资源少，需要的存储容量也小，成本比较低。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 在一个**ZigBee**网络中，至少存在一个**FFD**充当整个网络的协调点，即**PAN**协调点。通常，**PAN**协调点是一个特殊的**FFD**，它具有较强大的功能，是整个网络的主要控制者，它负责建立新的网络、发送网络信标、管理网络中的节点以及存储网络信息等。
- **FFD**和**RFD**都可以作为终端节点加入**ZigBee**网络。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 此外，普通**FFD**也可以在它的个人操作空间（**POS**）中充当协调点，但它仍然受**PAN**协调点的控制。
- **ZigBee**中每个协调点最多可连接**255**个节点，一个**ZigBee**网络最多可容纳**65535**个节点。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



9. ZigBee组网技术

- 当**ZigBee PAN**协调点希望建立一个新网络时，首先扫描信道，寻找网络中的一个空闲信道来建立新的网络。
- 如果找到了合适的信道，**ZigBee**协调点会为新网络选择一个**PAN**标识符（**PAN**标识符必须在信道中是唯一的）。一旦选定了**PAN**标识符，就说明已经建立了网络。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 另外，这个**ZigBee**协调点还会为自己选择一个**16bit**网络地址。
- **ZigBee**网络中的所有节点都有一个**64 bit IEEE**扩展地址和一个**16 bit**网络地址，其中，**16bit**的网络地址在整个网络中是唯一的，也就是**802.15.4**中的**MAC**短地址。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- **ZigBee**协调点选定了网络地址后，就开始接受新的节点加入其网络。
- 当一个节点希望加入该网络时，它首先会通过信道扫描来搜索它周围存在的网络，如果找到了一个网络，它就会进行关联过程加入网络，只有具备路由功能的节点可以允许别的节点通过它关联网络。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- **ZigBee**协调点选定了网络地址后，就开始接受新的节点加入其网络。
- 当一个节点希望加入该网络时，它首先会通过信道扫描来搜索它周围存在的网络，如果找到了一个网络，它就会进行关联过程加入网络，只有具备路由功能的节点可以允许别的节点通过它关联网络。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 如果网络中的一个节点与网络失去联系后想要重新加入网络，它可以进行孤立通知过程重新加入网络。
- 网络中每个具备路由器功能的节点都维护一个路由表和一个路由发现表，它可以参与数据节点来扩展网络。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



ZigBee网络中传输的数据可分为三类：

- ① **周期性数据**，例如传感器网中传输的数据，这一类数据的传输速率根据不同的应用而确定；
- ② **间歇性数据**，例如电灯开关传输的数据，这一类数据的传输速率根据应用或者外部激励而确定；
- ③ **反复性的、反应时间低的数据**，例如无线鼠标传输的数据，这一类数据的传输速率是根据时隙分配而确定的。



4.1.2 紫蜂技术（ZigBee）



- 为了降低**ZigBee**节点的平均功耗，**ZigBee**节点有激活和睡眠两种状态，只有当两个节点都处于激活状态才能完成数据的传输。
- 在有信标的网络中，**ZigBee**协调点通过定期地广播信标为网络中的节点提供同步；
- 在无信标的网络中，终端节点定期睡眠，定期醒来，除终端节点以外的节点要保证始终处于激活状态，终端节点醒来后会主动询问它的协调点是否有数据要发送给它。



4.1.3 红外通信技术



1. 红外通讯技术简介

- 红外通讯技术使用一种点对点的数据传输协议，是传统的设备之间连接线缆的替代。
- 它的通讯距离一般在**0到1米**之间，传输速率最快可达**16Mbps**，通讯介质为波长为**900纳米**左右的近红外线。



4.1.3 红外通信技术



它是目前在世界范围内被广泛使用的一种无线连接技术，通过数据电脉冲和红外光脉冲之间的相互转换实现无线的数据收发。

- 小角度（**30度**锥角以内），短距离，点对点直线数据传输，保密性强；
- 传输速率较高，目前**4M**速率的**FIR**技术已被广泛使用，**16M**速率的**VFIR**技术已经发布。



4.1.3 红外通信技术



2. IrDA红外通讯标准

- **IrDA**是红外数据组织（**Infrared Data Association**）的简称，**IrDA**红外连接技术就是由该组织提出的。
- 在红外通讯技术发展早期，存在好几个红外通讯标准，不同标准之间的红外设备不能进行红外通讯。
- 为了使各种红外设备能够互联互通，**1993**年，由二十多个大厂商发起成立了红外数据协会(**IrDA**)，统一了红外通讯的标准，这就是目前被广泛使用的**IrDA**红外数据通讯协议及规范。



4.1.3 红外通信技术



- **IrDA**的主要优点是无需申请频率的使用权，因而红外通信成本低廉。并且还具有移动通信所需的体积小、功耗低、连接方便、简单易用的特点。此外，红外线发射角度较小，传输上安全性高。
- **IrDA**的不足在于它是一种视距传输，两个相互通信的设备之间必须对准，中间不能被其它物体阻隔，因而该技术只能用于**2台(非多台)**设备之间的连接。而蓝牙就没有此限制，且不受墙壁的阻隔。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



- 近距离无线通信**NFC**是**Near Field Communication**缩写，即近距离无线通讯技术。
- 由飞利浦公司和索尼公司共同开发的**NFC**是一种非接触式识别和互联技术，可以在移动设备、消费类电子产品、**PC** 和智能控件工具间进行近距离无线通信。
- **NFC** 提供了一种简单、触控式的解决方案，可以让消费者简单直观地交换信息、访问内容与服务。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



1. 概述

- 近场通信（**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**10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**Philips**、**Nokia**和**Sony**主推，主要可能用于手机等手持设备中。
- 由于近场通讯具有天然的安全性，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。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



- **NFC** 将非接触读卡器、非接触卡和点对点（**Peer-to-Peer**）功能整合进一块单芯片，为消费者的生活方式开创了不计其数的全新机遇。
- 这是一个开放接口平台，可以对无线网络进行快速、主动设置，也是虚拟连接器，服务于现有蜂窝状网络、蓝牙和无线 **802.11** 设备。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



- 和**RFID**不同，**NFC**采用了双向的识别和连接。在**20cm**距离内工作于**13.56MHz**频率范围。
- **NFC**最初仅仅是遥控识别和网络技术的合并，但现在已发展成无线连接技术。
- 它能快速自动地建立无线网络，为蜂窝设备、蓝牙设备、**Wi-Fi**设备提供一个“虚拟连接”，使电子设备可以在短距离范围进行通讯。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



2. NFC全球最早的商用应用

- 目前，**Nokia 3220**手机已集成了**NFC**技术，可以用作电子车票，还可在当地零售店和旅游景点作为折扣忠诚卡使用。
- 哈瑙市的大约**95.000**位居民现在只需轻松地刷一下兼容手机，就能享受**NFC**式公交移动售票带来的便利。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



3. NFC技术原理

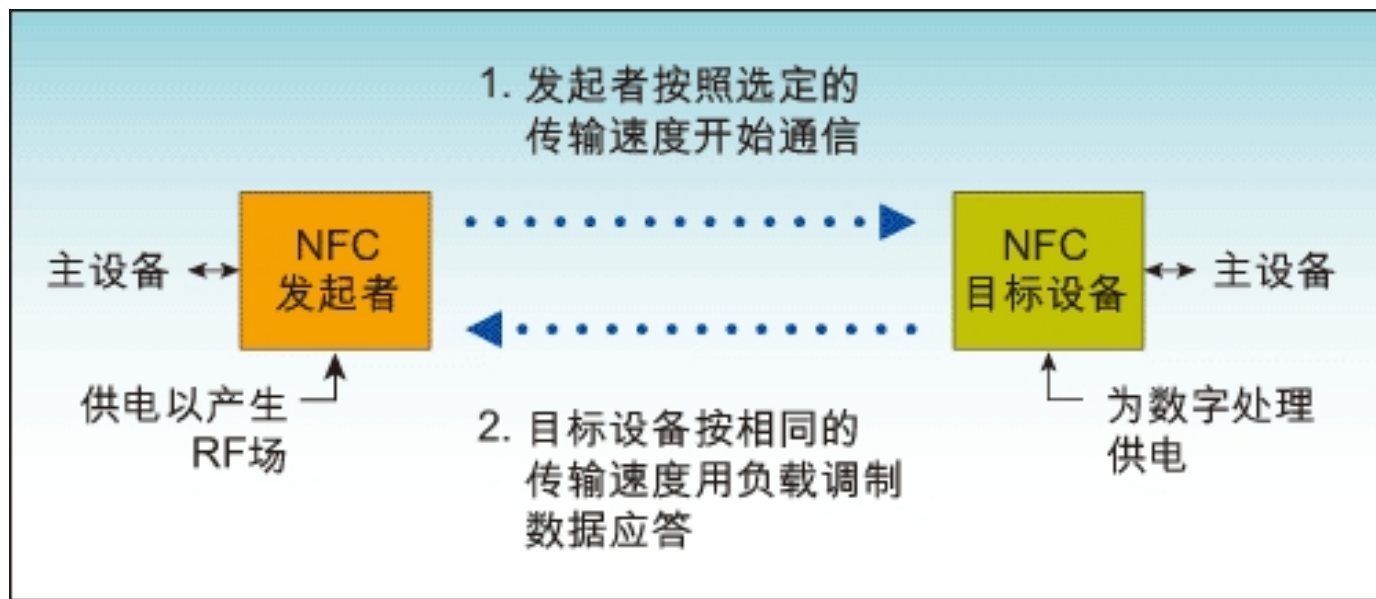
- **NFC**的设备可以在主动或被动模式下交换数据。
- 在被动模式下，启动**NFC**通信的设备，也称为**NFC**发起设备(主设备)，在整个通信过程中提供射频场。它可以选择**106kbps**、**212kbps**或**424kbps**其中一种传输速度，将数据发送到另一台设备。
- 另一台设备称为**NFC**目标设备(从设备)，不必产生射频场，而使用负载调制(**load modulation**)技术，即可以相同的速度将数据传回发起设备。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



- 移动设备主要以被动模式操作，可以大幅降低功耗，并延长电池寿命。电池电量较低的设备可以要求以被动模式充当目标设备，而不是发起设备。



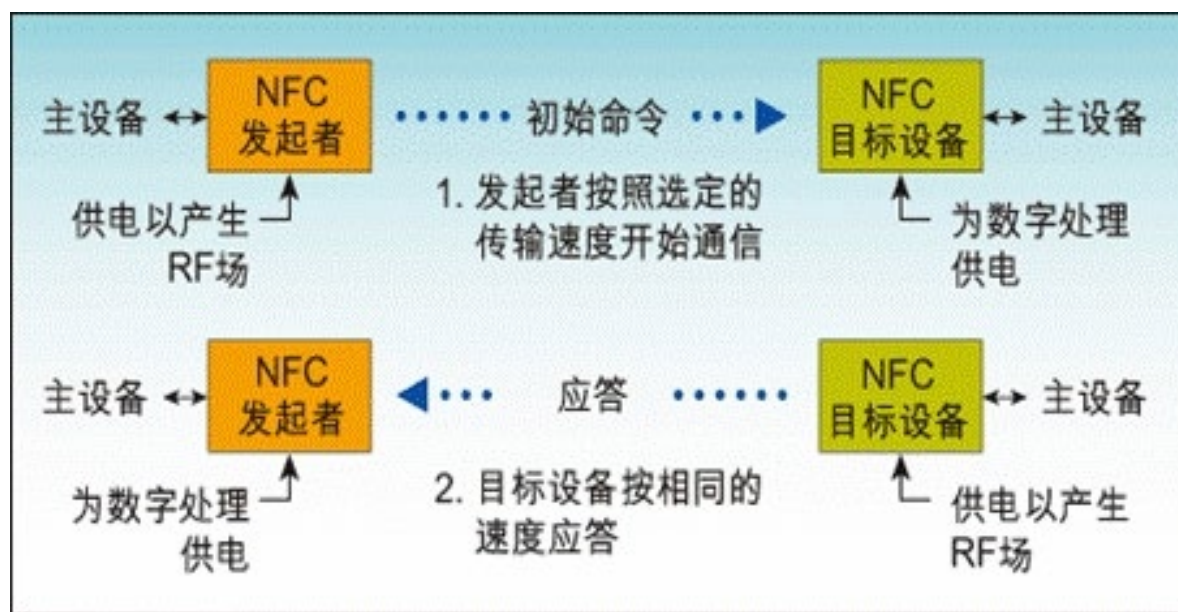
NFC被动通信模式



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



- 在主动模式下，每台设备要向另一台设备发送数据时，都必须产生自己的射频场。这是对等网络通信的标准模式，可以获得非常快速的连接设置。



NFC主动通信模式



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



4. 技术优势

- **NFC**具有距离近、带宽高、能耗低等特点。
- **NFC**与现有非接触智能卡技术兼容。
- **NFC**是一种近距离连接协议。
- **NFC**是一种近距离的私密通信方式。
- **NFC**在门禁、公交、手机支付等领域内发挥着巨大的作用。
- **NFC**还优于红外和蓝牙传输方式。



4.1.4 近距离通信（NFC）技术



- **NFC**技术支持多种应用，包括移动支付与交易、对等式通信及移动中信息访问等。
- **NFC**设备可以用作非接触式智能卡、智能卡的读写器终端以及设备对设备的数据传输链路，
- 其应用主要可分为以下四个基本类型：用于付款和购票、用于电子票证、用于智能媒体以及用于交换、传输数据。



4.2 移动通信网络



- **移动通信(Mobile communication)**, 是指通信双方或至少有一方处于运动中进行信息传输和交换的通信方式。
- 移动通信系统包括无绳电话、无线寻呼、陆地蜂窝移动通信、卫星移动通信等。
- 移动体之间通信联系的传输手段只能依靠无线电通信, 因此, 无线通信是移动通信的基础。



4.2.1移动通信系统简介



1. 移动通信系统的组成

- 移动通信是移动体之间的通信，或移动体与固定体之间的通信。移动体可以是人，也可以是汽车、火车、轮船、收音机等在移动状态中的物体。
- 移动通信包括无线传输、有线传输，信息的收集、处理和存储等，使用的主要设备有无线收发信机、移动交换控制设备和移动终端设备。



4.2.1 移动通信系统简介



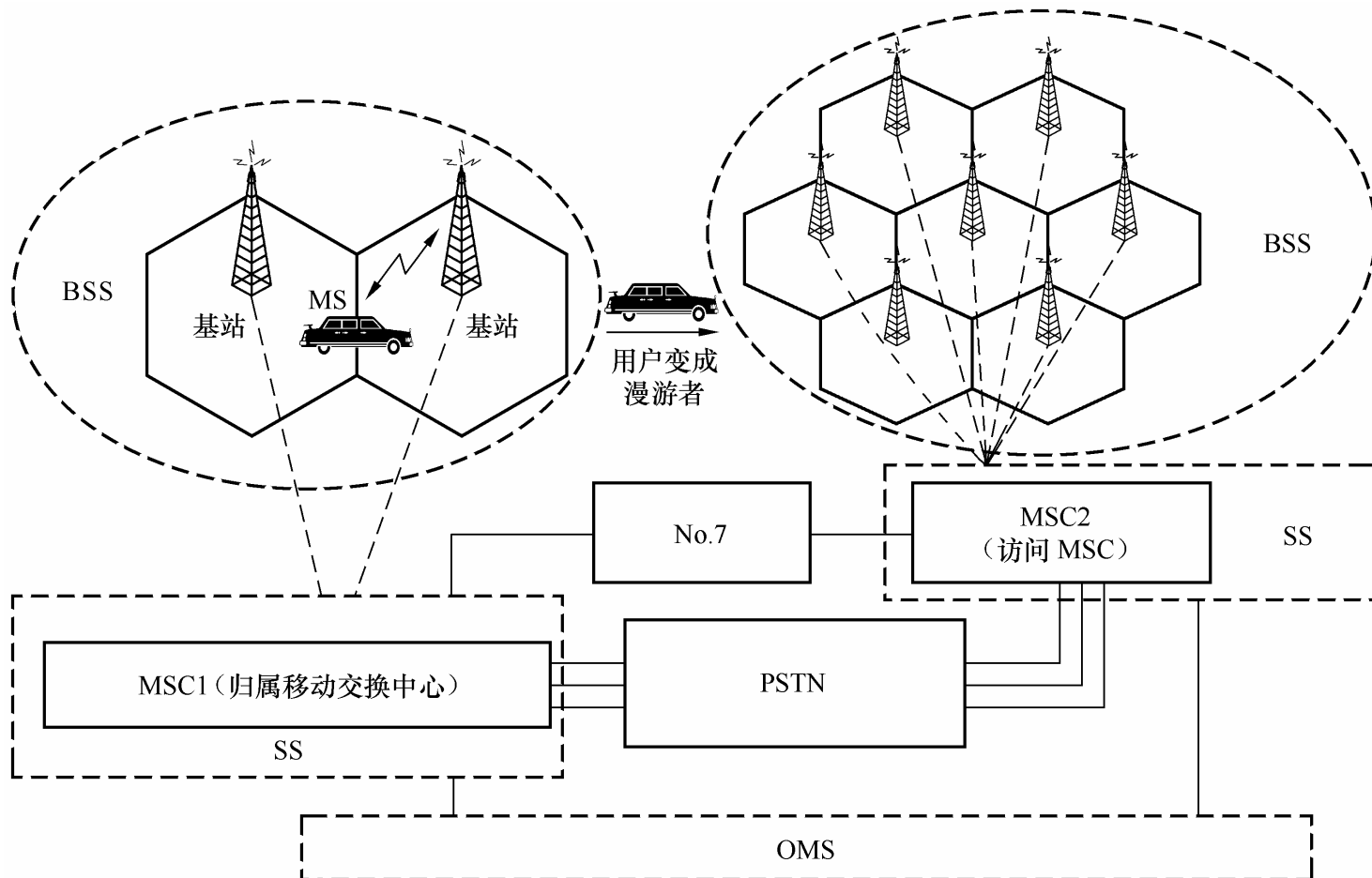
- 移动通信无线服务区由许多正六边形小区覆盖而成，呈蜂窝状，通过接口与公众通信网（**PSTN**、**ISDN**、**PDN**）互联。
- 移动通信系统包括移动交换子系统（**SS**）、操作维护管理子系统（**OMS**）、基站子系统（**BSS**）和移动台（**MS**），是一个完整的信息传输实体。



4.2.1移动通信系统简介



移动通信系统的组成



4.2.1移动通信系统简介



- 移动通信中建立一个呼叫是由**BSS**和**SS**共同完成的；**BSS**提供并管理**MS**和**SS**之间的无线传输通道，**SS**负责呼叫控制功能，所有的呼叫都是经由**SS**建立连接的；
- **OMS**负责管理控制整个移动网。它实际上是由移动终端设备和用户数据两部分组成的，移动终端设备称为移动设备；用户数据存放在一个与移动设备可分离的数据模块中，此数据模块称为用户识别卡（**SIM**）。



4.2.1 移动通信系统简介



2. 移动通信的工作频段

- 早期的移动通信主要使用**VHF**和**UHF**频段。
- 目前，大容量移动通信系统均使用**800MHz**频段（**CDMA**），**900MHz**频段（**GSM**），
- 并开始使用**1800MHz**频段(**GSM1800**)，该频段用于微蜂窝（**Microcell**）系统。
- 第三代移动通信使用**2.4GHz**频段。



4.2.1移动通信系统简介



3. 移动通信的工作方式

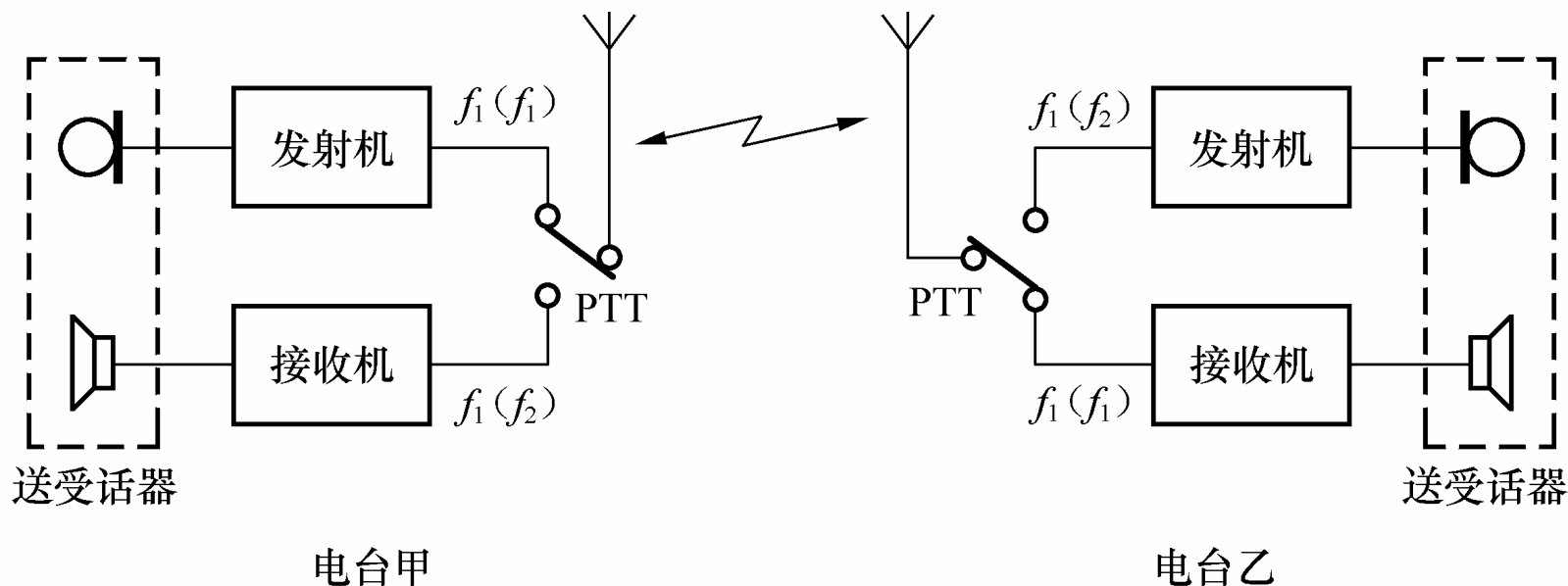
- 从传输方式的角度来看，无线通信分为单向传输（广播式）和双向传输（应答式）。
- 单向传输只用于无线电寻呼系统。
- 双向传输有单工、双工和半双工三种工作方式。



4.2.1移动通信系统简介



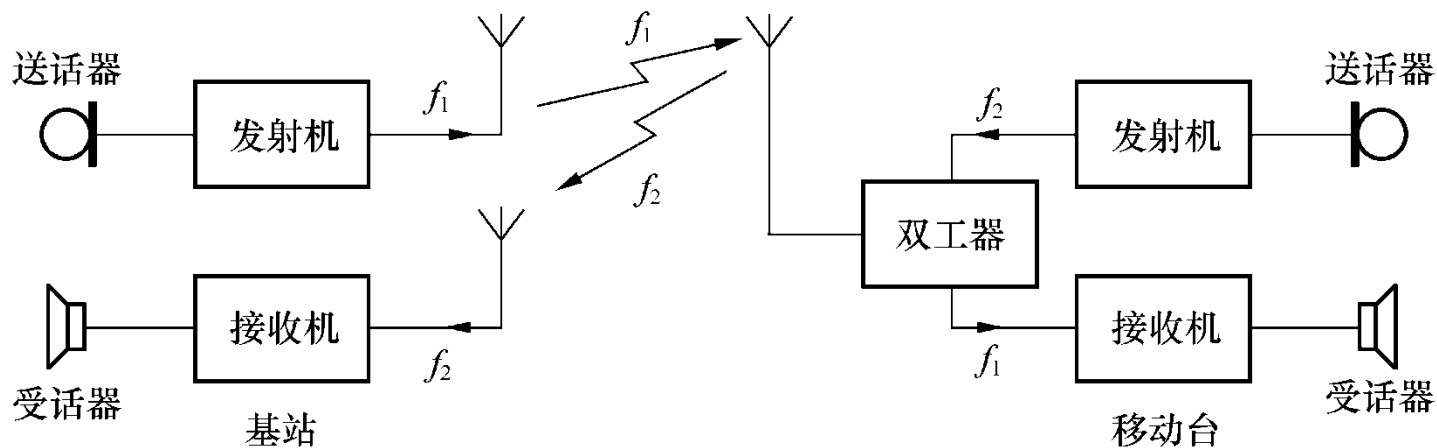
单工通信是指通信双方电台交替地进行收信和发信，根据收、发频率的异同，又可分为同频单工和异频单工。



4.2.1移动通信系统简介



- 双工通信是指通信双方电台同时进行收信和发信。
- 半双工通信的组成与双工通信相似，移动台采用类似单工的“按讲”方式，即按下按讲开关，发射机才工作，而接收机总是工作的。



双工通信



4.2.1 移动通信系统简介



4. 移动通信的组网

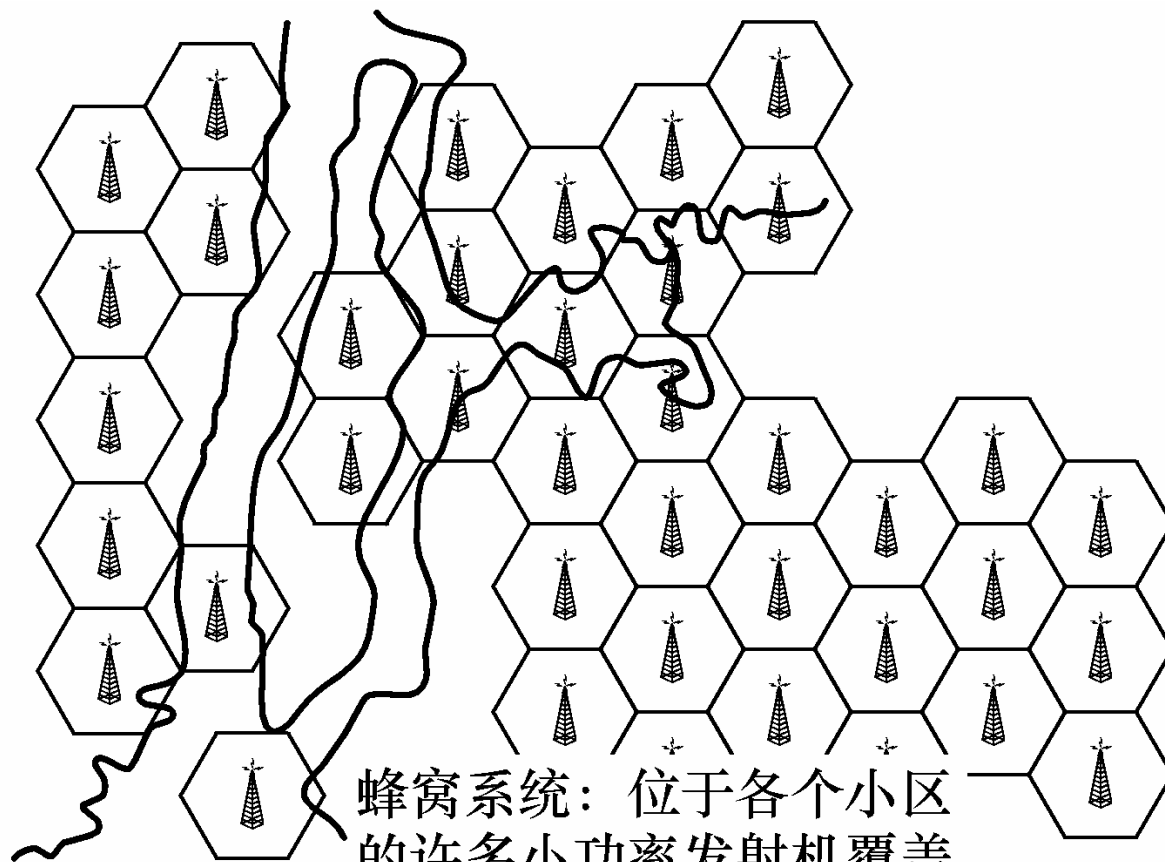
- 移动通信采用无线蜂窝式小区覆盖和小功率发射的模式。
- 蜂窝式组网放弃了点对点传输和广播覆盖模式，把整个服务区域划分成若干个较小的区域（**cell**，在蜂窝系统中称为小区），
- 各小区均用小功率的发射机（即基站发射机）进行覆盖，许多小区像蜂窝一样能布满（即覆盖）任意形状的服务地区。



4.2.1移动通信系统简介



蜂窝移动通信小区覆盖



蜂窝系统：位于各个小区的许多小功率发射机覆盖相同的地区



4.2.2 第一代移动通信：模拟语音



1982年，为了解决大区制容量饱和的问题，美国贝尔实验室发明了高级移动电话系统**AMPS**。

- **AMPS**提出了“小区制”，“蜂窝单元”的概念，同时采用频率复用（**Frequency Division Multiplexing, FDM**）技术，解决了公用移动通信系统所需要的大容量要求和频谱资源限制的矛盾。
- 在**100**千米范围之内，**IMTS**每个频率上只允许一个电话呼叫；**AMPS**以允许**100**个**10**千米的蜂窝单元，从而可以保证每个频率上有**10~15**个电话呼叫。



4.2.2 第一代移动通信：模拟语音



1. 系统结构

- 每一个蜂窝单元有一个基站负责接收该单元中电话的信息。基站连接到移动电话交换局（**Mobile Telephone Switching Office, MTSO**）。**MTSO**采用分层机制，一级**MTSO**负责与基站之间的直接通信；高级**MTSO**则负责低级**MTSO**之间的业务处理。

2. 移交

- 当电话在蜂窝单元之间移动的时候，基站之间会通信，从而交换控制权，避免信道分配不错导致信号冲突。基站对于电话用户控制权的转换也称为“移交”。



4.2.3 第二代移动通信： 数字语音



第二代移动通信技术使用数字制式，支持传统语音通信、文字和多媒体短信，并支持一些无线应用协议。主要有如下二种工作模式：

1. **GSM移动通信**（900/1800MHz）

- 工作在**900/1800MHz**频段，无线接口采用**TDMA**技术，核心网移动性管理协议采用**MAP**协议。



4.2.3 第二代移动通信： 数字语音



2. CDMA移动通信（800MHz）

- 工作在**800MHz**频段，核心网移动性管理协议采用**IS-41**协议，无线接口采用窄带码分多址（**CDMA**）技术。
- **CDMA**在蜂窝移动通信网络中的应用容量在理论上可以达到**AMPS**容量的**20**倍。**CDMA**可以同时区分并分离多个同时传输的信号。
- **CDMA**有以下特点：抗干扰性好、抗多径衰落、保密安全性高、容量质量之间可以权衡取舍、同频率可在多个小区内重复使用。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



第三代移动通信技术（**3rd-generation, 3G**），是指支持高速数据传输的蜂窝移动通讯技术。

- **3G**服务能够同时传送声音及数据信息，速率一般在几百**kbps**以上。
- 第三代移动通信（**3G**）可以提供所有**2G**的信息业务，同时保证更快的速度，以及更全面的业务内容，如移动办公，视频流服务等。



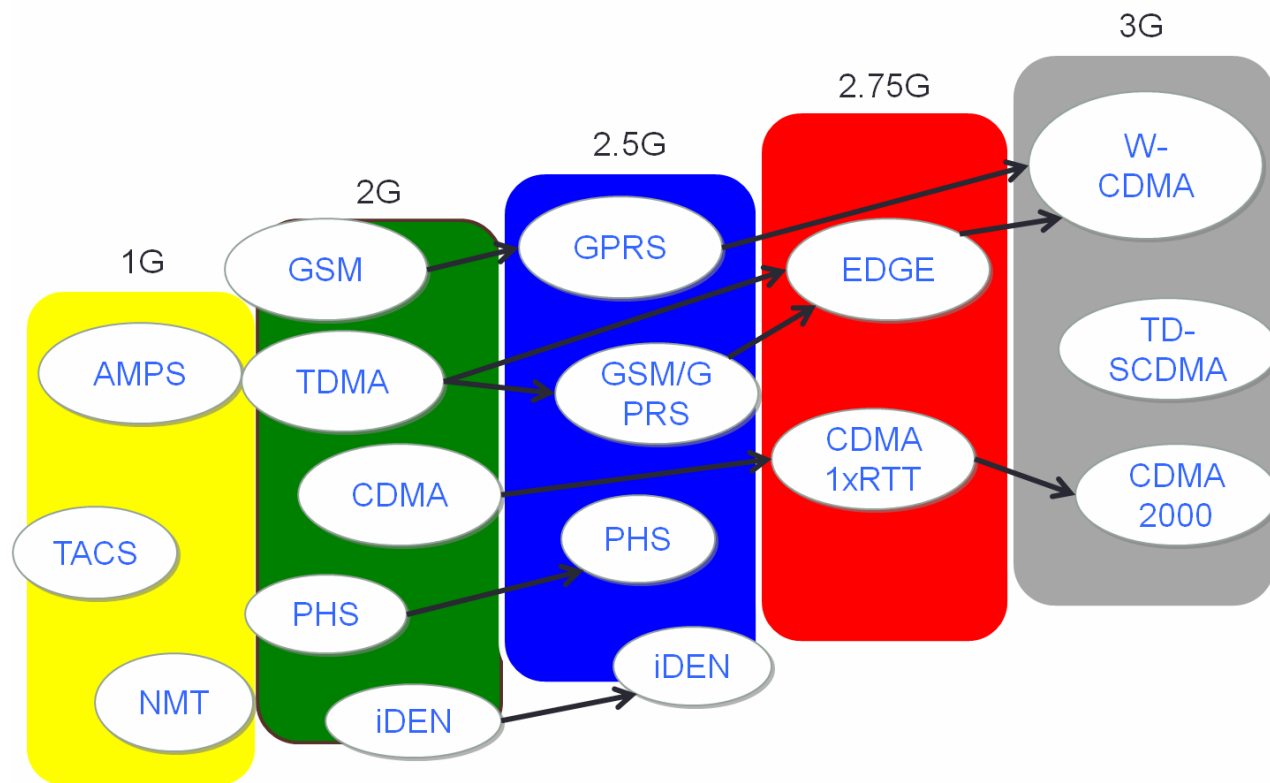
4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



- **3G**的主要特征是可提供移动宽带多媒体业务，包括高速移动环境下支持**144Kbps**速率，步行和慢速移动环境下支持**384Kbps**速率，室内环境则应达到**2Mbps**的数据传输速率，同时保证高可靠服务质量。
- 人们发现从**2G**直接跳跃到**3G**存在较大的难度，于是出现了一个**2.5G**（也有人称后期**2.5G**为**2.75G**）的过渡阶段。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



3G的发展历程



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



1. CDMA码分多址技术

- **CDMA**是码分多址(**Code-Division Multiple Access**)技术的缩写，是近年来在数字移动通信进程中出现的一种先进的无线扩频通信技术，
- 具有频谱利用率高、话音质量好、保密性强、掉话率低、电磁辐射小、容量大、覆盖广等特点，可以大量减少投资和降低运营成本。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



- **CDMA**最早由美国高通公司推出，**CDMA**也有2代、2.5代和3代技术。中国联通推出的**CDMA**属于2.5代技术。
- **CDMA**被认为是第3代移动通信技术的首选。
- **CDMA**利用展频的通讯技术，因而可以减少手机之间的干扰，并且可以增加用户的容量，而且手机的功率还可以做的比较低，不但可以使使用时间更长，更重要的是可以降低电磁波辐射对人的伤害。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



我国采用的三种**3G**标准分别是**TD-SCDMA**，**W-CDMA**和**CDMA2000**。

(1) **CDMA2000**

- **CDMA2000**（**Code Division Multiple Access 2000**）是一个**3G**移动通讯**CDMA**框架标准。是国际电信联盟**ITU**的**IMT-2000**标准认可的无线电接口。
- **CDMA2000**由美国高通北美公司为主导提出。目前使用**CDMA**的地区只有日、韩和北美。
- **CDMA2000**与另两个主要的**3G**标准**WCDMA**以及**TD-SCDMA**不兼容。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



(2) W-CDMA

- **WCDMA (Wide band Code Division Multiple Access 宽带码分多址)** 是一种**3G**蜂窝网络。
- **WCDMA**使用的部分协议与**2G GSM** 标准一致。
- 具体一点来说，**WCDMA**是一种利用码分多址复用方法的宽带扩频**3G**移动通信空中接口。是由爱立信公司提出，是**3GPP**具体制定的基于**GSM MAP**核心网，**UTRAN**为无线接口的**3G**系统。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



- **WCDMA**源于欧洲和日本几种技术的融合，采用直扩（**MC**）模式，载波带宽为**5mhz**，数据传送可达到每秒**2Mbit**（室内）及**384kbps**（移动空间）。它采用**MC FDD**双工模式，与**GSM**网络有良好的兼容性和互操作性。
- **WCDMA**采用最新的异步传输模式（**ATM**）微信元传输协议，能够允许在一条线路上传送更多的语音呼叫，呼叫数由现在的**30**个提高到**300**个，在人口密集的地区线路将不在容易堵塞。
- 另外，**WCDMA**还采用了自适应天线和微小区技术，大大地提高了系统的容量。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



(3) **TD—SCDMA** (Time Division – Synchronous Code Division Multiple Access)

- **TD-SCDMA**是由我国信息产业部电信科学技术研究院提出，与德国西门子公司联合开发。
- 主要技术特点:同步码分多址技术，智能天线技术和软件无线技术。它采用**TDD**双工模式，载波带宽为**1.6MHZ**。**TDD**是一种优越的双工模式，能使用各种频率资源，能节省未来紧张的频率资源，而且设备成本相对较低。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



- 另外，**TD—SCDMA**独特的智能天线技术，能大大提高系统的容量，特别对**CDMA**系统的容量能增加**50%**，而且降低了基站的发射功率，减少了干扰。
- **TD—SCDMA**软件无线技术使不同系统间的兼容性也易与实现。
- 当然**TD—SCDMA**也存在一些缺陷，它在技术的成熟性方面比另外两种技术要欠缺一等。



4.2.4 第三代移动通信：数字语音与数据



4. 三种3G标准的主要技术差别

标准 内容	TD-SCDMA	W-CDMA	CDMA2000
信道带宽/MHz	1.6	5/10/20	1.25/10/20
码片速率/(Mc/s)	1.28	3.84	3.6864
基站间同步	异步/同步	异步/同步	同步
帧长/ms	10	10	20
双工技术	TDD	FDD/TDD	FDD
多址方式	TD-SCDMA	DS-CDMA	DS-CDMA和MC-CDMA
语音编码	固定速率	固定速率	可变速率
多速率	可变扩频因子, 多码RI检测	可变扩频因子和多码 RI检测; 高速率业务 盲检测; 低速率业务	可变扩频因子和多码RI检 测; 低速率业务, 事先预 定好, 需高层信令参与
功率控制	开环+慢速闭 环 (20b/s)	FDD: 开环+快速闭环 (1600b/s); TDD: 开 环+慢速闭环	开环+慢速闭环(800b/s)
交织	卷积码; 帧内 交织; RS码: 帧间交织	卷积码: 帧内交织; RS码: 帧间交织	块交织



4.2.5 4G第四代移动通信技术（4G）



- **4G**是第四代移动通信及其技术的简称，是集**3G**与**WLAN**于一体并能够传输高质量视频图像以及图像传输质量与高清晰度电视不相上下的技术产品。
- **4G**系统能够以**100Mbps**的速度下载，比拨号上网快**2000**倍，上传的速度也能达到**20Mbps**。
- 而在用户最为关注的价格方面，**4G**与固定宽带网络在价格方面不相上下。
- 此外，**4G**可以在**DSL**和有线电视调制解调器没有覆盖的地方部署，然后再扩展到整个地区。



4.2.5 4G第四代移动通信技术（4G）



1. 4G系统网络结构及其关键技术

- **4G移动系统网络结构**可分为三层：物理网络层、中间环境层、应用网络层。第四代移动通信系统主要是以正交频分复用（**OFDM**）为技术核心。
- **OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)**即正交频分复用技术。其主要思想是：将信道分成若干正交子信道，将高速数据信号转换成并行的低速子数据流，调制到在每个子信道上进行传输。



4.2.5 4G第四代移动通信技术（4 G）



2. 4G通信特征

目前正在构思中的**4G**通信具有下面的特征：

- 1、通信速度更快
- 2、网络频谱更宽
- 3、通信更加灵活
- 4、智能性能更高
- 5、兼容性能更平滑
- 6、提供各种增值服务
- 7、更高质量的多媒体通信
- 8、频率使用效率更高
- 9、通信费用更加便宜



4.2.5 4G第四代移动通信技术（4 G）



移动通信技术代际分期

代际↗	1G↗	2G↗	2.5G↗	3G↗	4G↗
信号↗	模拟↗	数字↗	数字↗	数字↗	数字↗
制式↗	↗	GSM CDMA↗	GPRS↗	WCDMA CDMA2000 TD-SCDMA↗	TD-LTE↗
主要功能↗	语音↗	数据↗	窄带↗	宽带↗	广带↗
典型应用↗	通话↗	短信-彩信↗	蓝牙↗	多媒体↗	高清↗



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



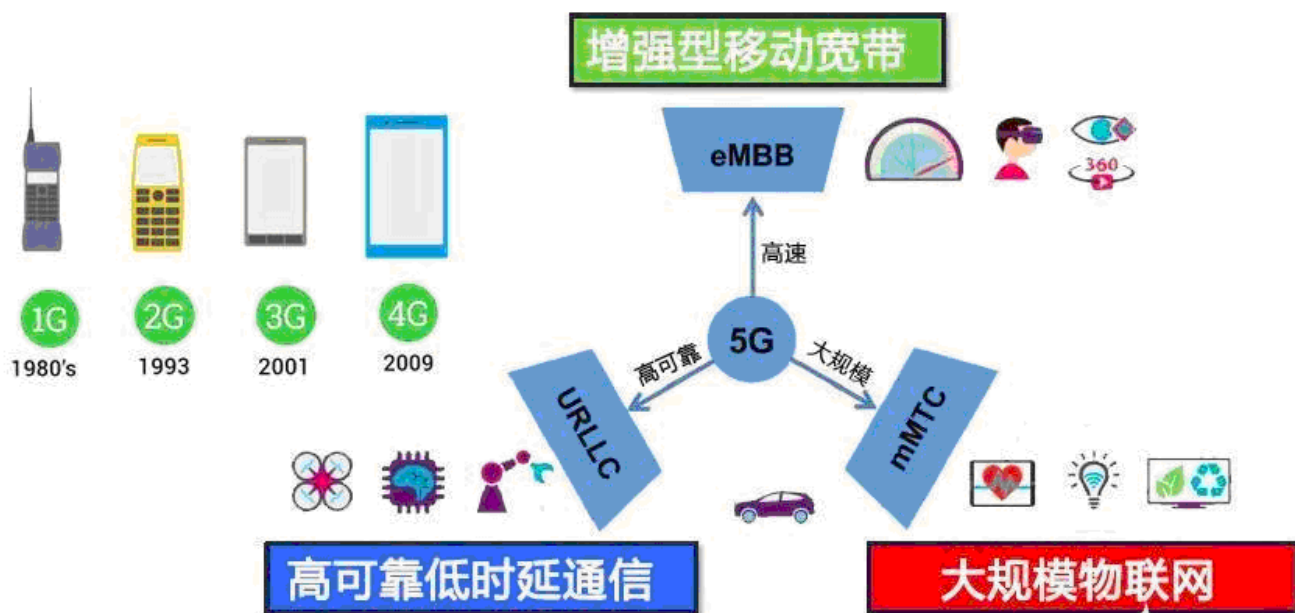
- **第五代移动通信技术**（**5th Generation, 5G**）是**4G**之后的延伸，正在研究中，近期将在世界范围内开始商业应用。工信部此前发布的《信息通信行业发展规划（**2016-2020年**）》明确提出，**2020年**启动**5G**商用服务。
- **5G**网络的理论下行速度为**10Gb/s**（相当于下载速度**1.25GB/s**）。由于物联网尤其是互联网汽车等产业的快速发展，其对网络速度有着更高的要求，这无疑成为推动**5G**网络发展的重要因素。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- **5G**应用不再只是手机，它将面向未来**VR/AR**、智慧城市、智慧农业、工业互联网、车联网、无人驾驶、智能家居、智慧医疗、无人机、应急安全等等。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- 我们把一项技术创新为四类：渐进式创新、模块创新、构架创新和彻底创新，从**2G**到**4G**是频谱效率和安全性等逐步提升的渐进式创新，也是在维持集中式网络构架下的模块式创新，还有从网络构架向扁平化和分离化演进的构架创新。

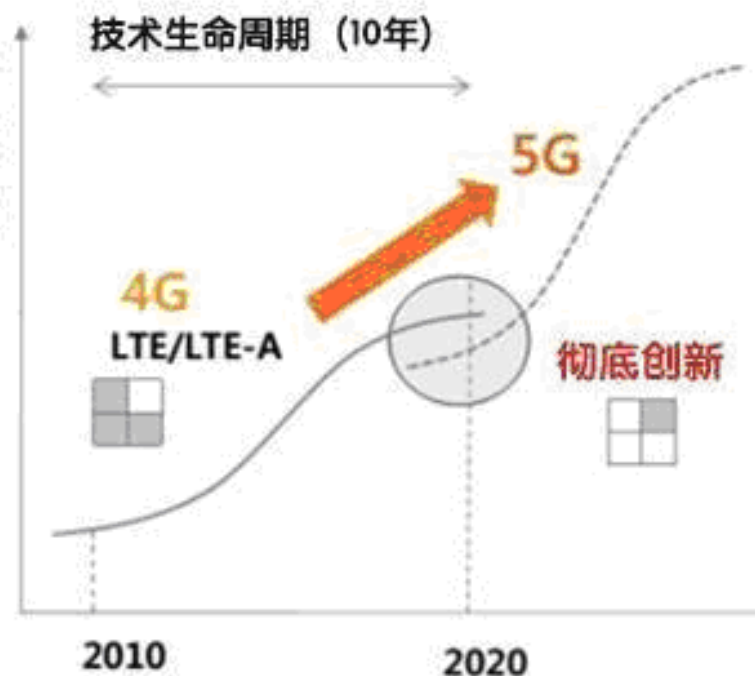


4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- 但到了**5G**，除了提供**1G**至**4G**时代的手机业务，还要面向各种新的服务，提供不连续的、崭新的能力，因而这对于移动通信是一次彻底的创新。

5G演进周期

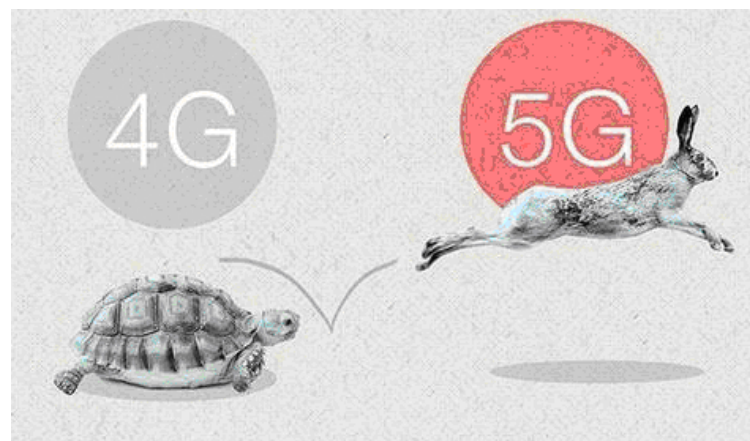


4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



1. 5G网络主要特征

- （1）**5G**网络传输速率
- （2）**5G**网络智能设备
- （3）**5G**网络链接
- （4）**5G**网络电池寿命



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



2. 5G给人们带来的三大应用场景

5G还将给人们带来三大应用场景：

(1) 大带宽 (eMBB：增强移动宽带)

其实说白了就是网速提高的问题，最快的**4G**移动网络提供的网速约为**75Mbps**（兆位/秒），相比之下，**5G**将会达到千兆级速度，根据相关资料称**5G**的下载速率理论值达到**10GB/S**。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



（2）低延时（uRLLC）

- 与4G比起来5G的延时要降低很多，延时这方面我们都知道对于数据电话，视频等等方面都有不小的影响，除此之外，5G的最高移动速度可以达到4G的1.5倍，而每平方米的最大连接数也是其百倍。

（3）广联接（mMTC）

- 5G可以连接的物联网终端数量将提高到百万级别，是目前的十倍之多。5G将带来光纤般的“零”时延接入速率，同时将给网络能效超百倍提升，为比特成本超百倍降低，拉近了人与万物的智能互联的距离，最终实现“万物触手可及”。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- **5G**可以带来的，更多的是那些我们无法预知的新业务。比如**5G**将对无人驾驶汽车、增强现实**AR**/虚拟现实**VR**、无人机工作群等，带来更高清的视频和更高能效，让城市更加智能的物联网。
- 而**5G**与**4G**最大的一个不同点就是它的传输路径改变了，现在我们打电话，传照片等等的一切行为都需要经过基站进行中转，而**5G**则是直接跳过这个过程，完成设备与设备之间的传输。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



3. 5G的五大关键技术

（1）毫米波

- **5G**使用波长为毫米级。**5G** 的频率范围，分为两种：一种是 **6GHz** 以下，这个和目前我们的 **2/3/4G** 差别不算太大。还有一种，就很高了，在 **24GHz** 以上。

频率范围名称	对应的频率范围
FR1	450 MHz - 6000 MHz
FR2	24250 MHz - 52600 MHz

5G 使用的频率范围



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- 目前，国际上主要使用 **28GHz** 进行试验（这个频段也有可能成为 **5G** 最先商用的频段）。如果按 **28GHz** 来算，根据前文我们提到的公式：

$$\text{波长} = \frac{\text{光速}}{\text{频率}} = \frac{300,000,000\text{m/s}}{28,000,000,000\text{Hz}} \approx 10.7 \text{ mm (毫米)}$$

- 这个就是 **5G** 的最主要技术特点 — 毫米波。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



（2）微基站（Small Cells）

- 电磁波的显著特点是：频率越高，波长越短，越趋近于直线传播（绕射能力越差）。频率越高，在传播介质中的衰减也越大。
- 移动通信如果用了高频段，那么它最大的问题，就是传输距离大幅缩短，覆盖能力大幅减弱。覆盖同一个区域，需要的 **5G** 基站数量，将大大超过 **4G** 基站。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）

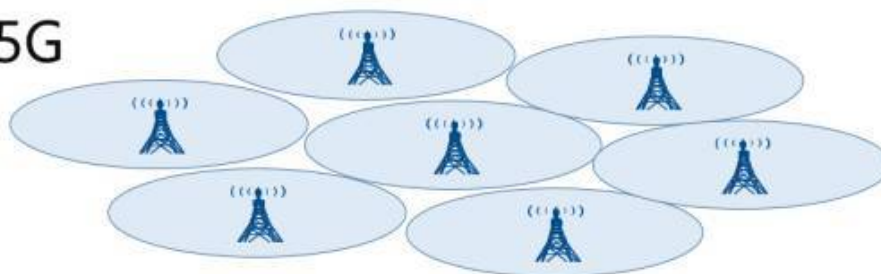


覆盖同一区域的基站数比较

4G



5G



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5 G）



- 基站数量意味着需要增加投资，将增加系统建设成本。频率越低，网络建设就越省钱，竞争起来就越有利。
- 所以，基于以上原因，在高频率的前提下，为了减轻网络建设方面的成本压力，**5G** 必须寻找新的出路。出路有哪些呢？首先，就是微基站。
- 基站有两种，微基站和宏基站。看名字就知道，微基站很小，宏基站很大！



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- 宏基站：室外常见，建一个覆盖一大片。



微基站：下图是微基站，覆盖区域较小



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5 G）



（3）多天线技术（Massive MIMO）

- 根据天线特性，天线长度应与波长成正比，大约在 $1/10 \sim 1/4$ 之间。
- 随着时间变化，我们手机的通信频率越来越高，波长越来越短，天线也就跟着变短啦！

毫米波通信，天线也变成毫米级。。。这就意味着，天线完全可以塞进手机的里面，甚至可以塞很多根。。。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5 G）



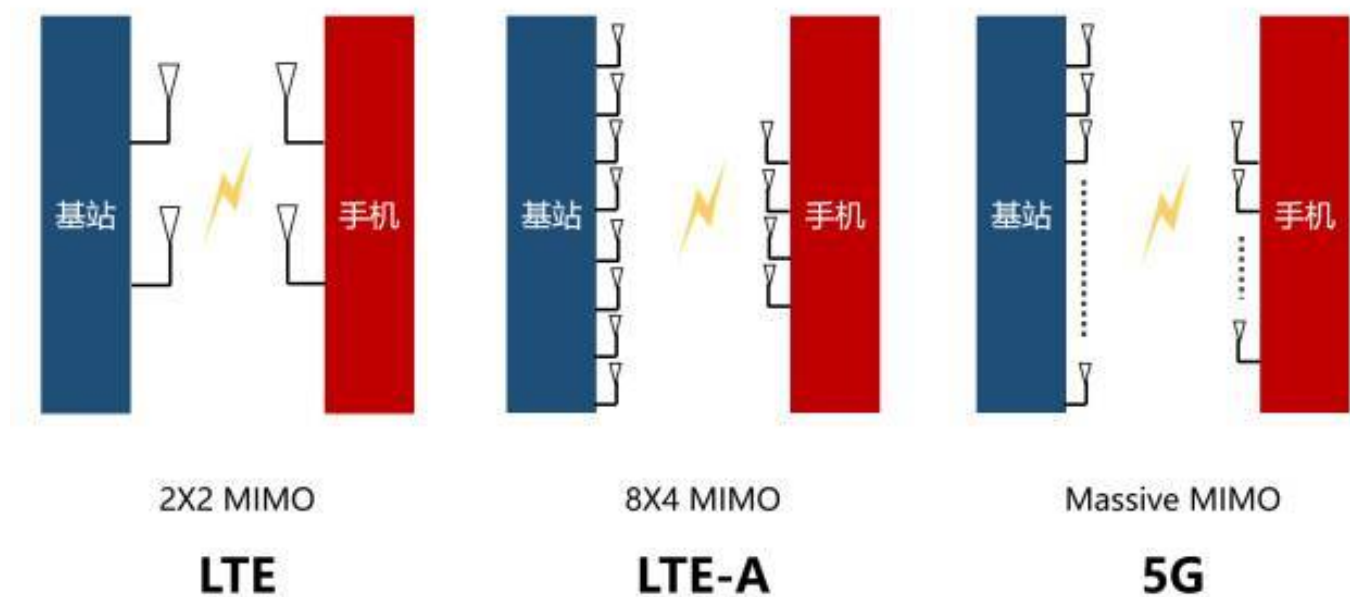
- **Massive MIMO**（**多天线技术**）
- **MIMO** 就是「多进多出」（**Multiple-Input Multiple-Output**），多根天线发送，多根天线接收。
- 在在**4G LTE** 时代，我们就已经有 **MIMO** 了，但是天线数量并不算多，只能说是初级版的 **MIMO**。
- 到了**5G** 时代，现在变成了加强版的 **Massive MIMO**（**Massive**：大规模的，大量的）。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



Massive MIMO（多天线技术）



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- **Massive MIMO**就是在基站侧配置远多于现有的系统的大规模天线阵列的**MU-MIMO**，来同时服务多个用户。它可以大幅提升无线频谱效率，增强网络覆盖和系统容量。

**5G基站使用的
天线阵列**



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5 G）



（4）波束赋形

- 波束赋形是在基站上布设天线阵列，通过射频信号相位的控制，使得相互作用后的电磁波的波瓣变得非常狭窄，并指向它所提供服务的手机，而且能跟据手机的移动而转变方向。
- 这种空间复用技术，由全向的信号覆盖变为了精准指向性服务，波束之间不会干扰，在相同的空间中提供更多的通信链路，极大地提高基站的服务容量。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



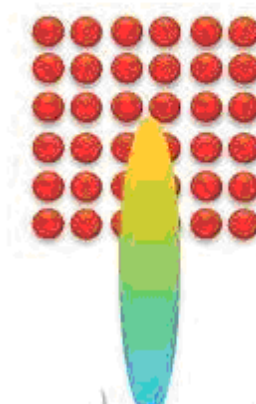
- 波束赋形使用的大规模多天线系统可以控制每一个天线单元的发射（或接收）信号的相位和信号幅度，产生具有指向性的波束，消除来自四面八方的干扰，增强波束方向的信号。它可补偿无线传播损耗。

波束赋形

传统中/低频段
定向天线



高频段大规模天线阵列
波束赋形



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5 G）



（5）设备到设备（**D2D**， Device to Device）

- **D2D** 通信是一种基于蜂窝系统的近距离数据直接传输技术。
- **D2D** 会话的数据直接在终端之间进行传输，不需要通过基站转发，而相关的控制信令，如会话的建立、维持、无线资源分配以及计费、鉴权、识别、移动性管理等仍由蜂窝网络负责。



4.2.6 4G第五代移动通信技术（5 G）



- 蜂窝网络引入 **D2D** 通信，可以减轻基站负担，降低端到端的传输时延，提升频谱效率，降低终端发射功率。
- 当无线通信基础设施损坏，或者在无线网络的覆盖盲区，终端可借助**D2D** 实现端到端通信甚至接入蜂窝网络。

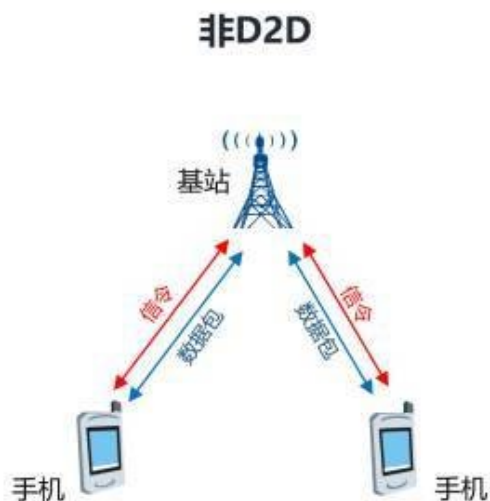


4.2.6 4G第五代移动通信技术（5G）



- **5G** 时代，同一基站下的两个用户，如果互相进行通信，他们的数据将不再通过基站转发，而是直接手机到手机。这样，就节约了大量的空中资源，也减轻了基站的压力。但是控制消息还是要从基站走的，你用着频谱资源，运营商还是要收费。

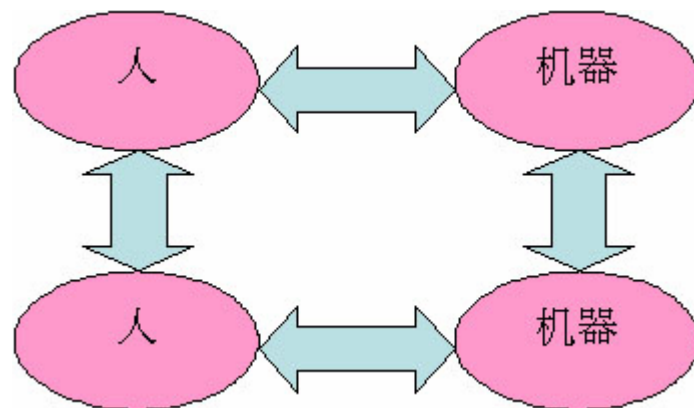
设备到设备
(D2D)



4.3 设备对设备通信技术（M2M）



- **M2M**是machine-to-machine的简称，即“机器对机器”的缩写，也有人理解为人对机器(man-to-machine)、机器对人(machine-to-man)等，旨在通过通信技术来实现人、机器和系统三者之间的智能化、交互式无缝连接。



4.3 设备对设备通信技术（M2M）



- **M2M**设备是能够回答包含在一些设备中的数据请求或能够自动传送包含在这些设备中的数据的设备。
- **M2M**则聚焦在无线通信网络应用上，是物联网应用的一种主要方式。
- 现在，**M2M**应用遍及电力、交通、工业控制、零售、公共事业管理、医疗、水利、石油等多个行业，涉及车辆防盗、安全监测、自动售货、机械维修、公共交通管理等领域。

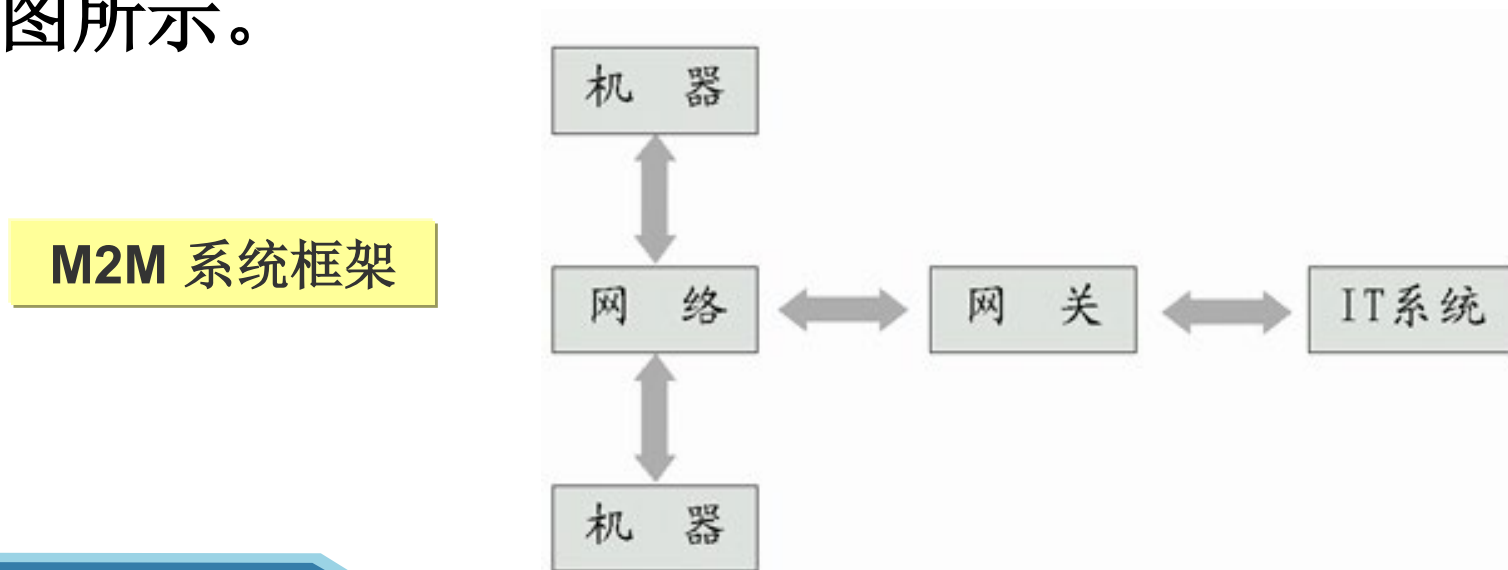


4.3.2 M2M体系结构和技术组成



1. M2M 系统框架

- 从体系结构方面考虑，**M2M**系统由机器、网关、IT系统构成，从数据流的角度考虑，
- 在**M2M**技术中，信息总是以相同的顺序流动，如下图所示。



4.3.2 M2M体系结构和技术组成



2. M2M 系统的组成部分

- 无论哪一种**M2M**技术与应用，都涉及到**5**个重要的技术部分：机器、**M2M**硬件、通信网络、中间件、应用，如下图所示。



4.3.2 M2M体系结构和技术组成



1. 智能化机器

- 实现**M2M**的第一步就是从机器/设备中获得数据，然后把它们通过网络发送出去。使机器“开口说话”（**talk**），让机器具备信息感知、信息加工（计算能力）、无线通信能力。
- 使机器具备“说话”能力的基本方法有两种：
- 生产设备的时候嵌入**M2M** 硬件；
- 对已有机器进行改装，使其具备通信/联网能力。



4.3.2 M2M体系结构和技术组成



2. M2M硬件

- **M2M硬件**是使机器获得远程通信和联网能力的部件。主要进行信息的提取，从各种机器/设备那里获取数据，并传送到通信网络。现在的**M2M硬件**共分为五种：
 - ① 嵌入式硬件
 - ② 可组装硬件
 - ③ 调制解调器（**Modem**）
 - ④ 传感器
 - ⑤ 识别标识（**Location Tags**）



4.3.2 M2M体系结构和技术组成



3. 通信网络

- 将信息传送到目的地。通信网络在整个**M2M**技术框架中处于核心地位，包括：广域网（无线移动通信网络、卫星通信网络、**Internet**、公众电话网）、局域网（以太网、无线局域网**WLAN**、**Bluetooth**）、个域网（**ZigBee**、传感器网络）。
- 在**M2M**技术框架中的通信网络中，有两个主要参与者，他们是网络运营商和网络集成商。



4.3.2 M2M体系结构和技术组成



4. 中间件

- 中间件包括两部分：**M2M网关**、**数据收集/集成部件**。
- 网关是**M2M**系统中的“翻译员”，它获取来自通信网络的数据，将数据传送给信息处理系统。主要的功能是完成不同通信协议之间的转换。
- 典型产品如**Nokia**的**M2M**网关。



4.3.2 M2M体系结构和技术组成



- 数据收集/集成部件是为了将数据变成有价值的信息。对原始数据进行不同加工和处理，并将结果呈现给需要这些信息的观察者和决策者。
- 这些中间件包括：数据分析和商业智能部件,异常情况报告和工作流程部件,数据仓库和存储部件等。



4.3.2 M2M体系结构和技术组成



5. 应用

- 例如“智能电网”能够使大量设备比如仪表、家电、汽车、照明设备、医疗监视器、零售库存等实现连接和通信，
- 它所带来的好处会非常多，可以提高生产力、节约能源、远程访问、降低成本、改善医疗等等。



4.3.3 M2M卡和模块



M2M产品主要集中在卡类和模块形态。

1. M2M模块

- **M2M模块通常作为核心部件出现的是M2M无线通信模块。M2M无线通信模块嵌入在机器终端里面，使其具备网络通信能力，这一角色使得M2M无线通信模块成为M2M终端的核心部件。**
- **M2M无线通信模块的设计目标是用于工业领域，也就是说，M2M无线通信模块产品必须适应工业恶劣环境下的应用。**



4.3.3 M2M卡和模块



- 常见的有**SMD**特殊封装的模块产品，将**M2M**模块焊接在设备主板上，除了温度要求达到**-40°C~105°C**以外，还要求起到防震作用。
- 这种产品主要应用在交通运输、物流管理和地震监控等应用领域。**AnyData**、华为、摩托罗拉、高通和中兴等公司都已推出**M2M**模块产品。



4.3.3 M2M卡和模块



2. M2M卡

- 目前各个行业迫切需要能够满足恶劣环境下的高低温卡类产品，主要是将**M2M**卡插入到采集设备中，能够起到登录网络、鉴权作用，从而实现数据采集和收集功能。当前的**M2M**卡类产品主要根据不同行业应用可划分为二类，
- 一类是普通**SIM**卡产品形态，主要应用在对环境要求不高的领域，要求工作温度在**-25℃~85℃**范围内。



4.3.3 M2M卡和模块



- 第二类是**M2M卡**，主要满足对工作温度要求比较高的应用。
- 如：车载系统、远程抄表、无人值守的气象和水利监控设备、煤矿和制造业施工监控等应用，这些领域环境比较恶劣，工作温度要求在 **$-40^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$** ，并且要求**M2M卡**能够防湿和抗腐蚀性。



4.3.3 M2M卡和模块



- 随着集成化的不断提高，未来**M2M**将是机卡一体化的标准终端产品，该标准终端将目前采集设备的通信模块和**SIM**模块集成在一起，外围预留标准的电源接口和其他行业应用接口。
- 这种**M2M**标准终端发展取决于各个行业应用的需求。从长远来看，它将是**M2M**终端发展的一种趋势。



4.3.4 M2M应用



M2M应用遍布各个领域，主要包括：

- 交通领域（物流管理、定位导航）、
- 电力领域（远程抄表和负载监控）、
- 农业领域（大棚监控、动物溯源）、
- 城市管理（电梯监控、路灯控制）、
- 安全领域（城市和企业安防）、
- 环保（污染监控、水土检测）、
- 企业（生产监控和设备管理）
- 家居（老人和小孩看护、智能安防）等。



4.4.1 Wireless HART



1. HART

- **HART (Highway Addressable Remote Transducer)**, 可寻址远程传感器高速通道的开放通信协议，是一种用于现场智能仪表和控制室设备之间的通信协议。
- **HART**装置提供具有相对低的带宽，适度响应时间的通信，经过**10**多年的发展，**HART**技术在国外已经十分成熟，并已成为全球智能仪表的工业标准。



4.4.1 Wireless HART



- **HART**协议采用**FSK**频移键控信号，在低频的**4-20mA**模拟信号上叠加幅度为**0.5mA**的音频数字信号进行双向数字通讯，数据传输率为**1.2Mbps**。
- **HART**通信采用的是半双工的通信方式，其特点是在现有模拟信号传输线上实现数字信号通信，属于模拟系统向数字系统转变过程中过渡性产品。
- **HART**采用统一的设备描述语言**DDL**。



4.4.1 Wireless HART



2. Wireless HART（无线HART）

- **Wireless HART**是第一个开放式的可互操作无线通信标准，用于满足流程工业对于实时工厂应用中可靠、稳定和安全的无线通信的关键需求。每个**Wireless HART**网络包括三个主要组成部分：
 - ① 连接到过程或工厂设备的无线现场设备。
 - ② 使这些设备与连接到高速背板的主机应用程序或其他现有厂级通信网络能通信的网关。



4.4.1 Wireless HART



- ③ 负责配置网络、调度设备间通信、管理报文路由和监视网络健康的网管软件。网管软件能和网关、主机应用程序或过程自动化控制器集成到一起。
- 网络使用兼容运行在**2.4GHz**工业、科学和医药（**ISM**）频段上的无线电**IEEE802.15.4**标准。
- 无线电采用直接序列扩频（**DSSS**）、通信安全与可靠的信道跳频、时分多址（**TDMA**）同步、网络上设备间延控通信（**latency-controlled communications**）技术。



4.4.2 6LowPAN



1. 无线个域网（WPAN）

- 无线个域网是在个人周围空间形成的无线网络，现通常指覆盖范围在**10m**半径以内的短距离无线网络，尤其是指能在便携式消费者电器和通信设备之间进行短距离特别连接的自组织网。
- **WPAN**被定位于短距离无线通信技术，但根据不同的应用场合又分为高速**WPAN**（**HR-WPAN**）和低速**WPAN**（**LR-WPAN**）两种。



4.4.2 6LowPAN



(1) 高速WPAN (HR-WPAN)

- 发展高速WPAN是为了连接下一代便携式消费者电器和通信设备，支持各种高速率的多媒体应用，包括高质量声像配送、多兆字节音乐和图像文档传送等。
- 这些多媒体设备之间的对等连接要提供**20Mb / s**以上的数据速率以及在确保的带宽内提供一定的服务质量（**QoS**）。
- 高速率WPAN在宽带无线移动通信网络中占有一席之地。



4.4.2 6LowPAN



(2) 低速WPAN (LR-WPAN)

- 发展低速WPAN是因为在我们的日常生活中并不是都需要高速应用。
- 在家庭、工厂与仓库自动化控制，安全监视、保健监视、环境监视，军事行动、消防队员操作指挥、货单自动更新、库存实时跟踪以及在游戏和互动式玩具等方面都可以开展许多低速应用。



4.4.2 6LowPAN



2. 6LowPan

- **6LowPAN**是“**IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks**”（低功率无线个域网上的**IPv6**）的缩写，为低速无线个域网标准。

（1）6LowPan技术简介

- **6LowPan**技术底层采用**IEEE 802.15.4**规定的**PHY**层和**MAC**层，网络层采用**IPv6**协议。



4.4.2 6LowPAN



(2) 6LowPan的应用

- 随着**LR-WPAN**的飞速发展及下一代互联网技术的日益普及，**6LowPan**技术将广泛应用于智能家居、环境监测等多个领域。
- 例如：在智能家居中，可将**6LowPan**节点嵌入到家具和家电中。通过无线网络与因特网互联，实现智能家居环境的管理。



4.5 未来的物联网通信技术



从短期来看，在未来物联网通信技术的研究过程中，下面这些内容将是研究的重点：

- **（1）** 发展“物品”与“物品”之间以及“物品”与网络之间可以方便的进行信息交换的各种通信技术。
- **（2）** 发展传感器与传感器之间以及传感器与物联网系统之间的各种通信技术。
- **（3）** 开展驱动装置之间以及驱动装置与物联网系统之间的通信技术研究工作。



4.5 未来的物联网通信技术



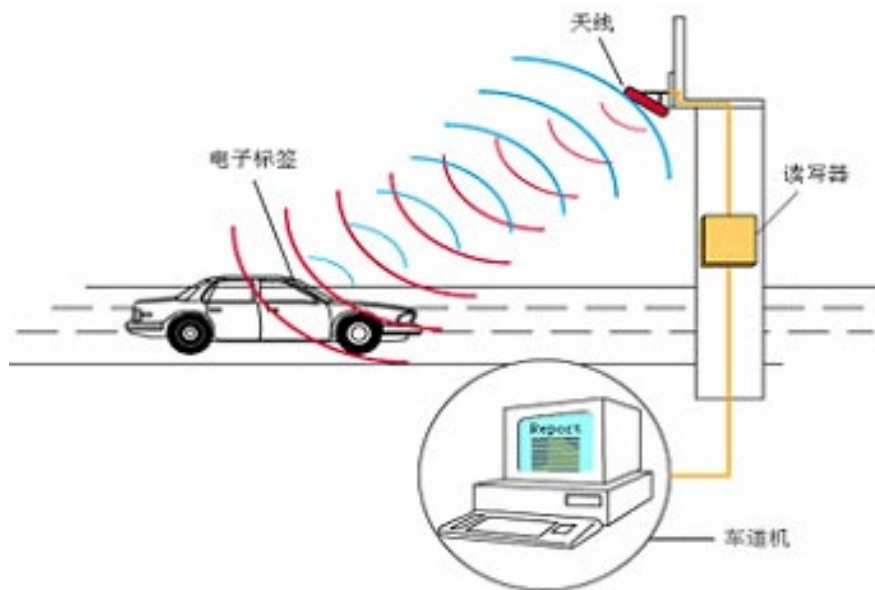
- **（4）** 开展各种分布式数据存储单元之间以及他们与物联网系统之间的通信技术研究工作。
- **（5）** 发展那些可以满足现实世界中人与人之间各种交互需求的物联网通信技术。
- **（6）** 开展用来提供数据挖掘和数据服务的各种通信技术和处理技术的研发工作。
- **（7）** 开展与标识技术相适应的通信技术的研发工作。



4.6应用案例：电子不停车收费系统



- 电子不停车收费（**ETC**）实现高速公路电子不停车收费系统应用。收费系统车道设备包括微波天线、触发线圈、路旁控制器、电动栏杆、报警装置等。

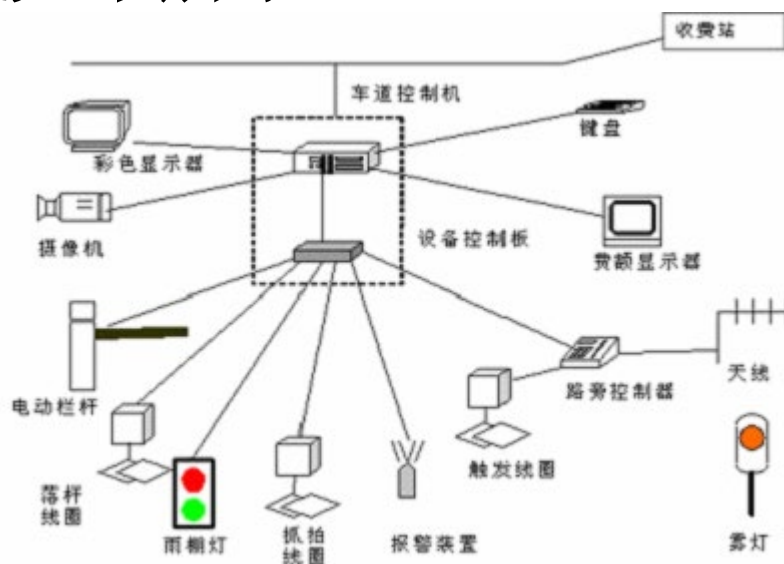


4.6应用案例：电子不停车收费系统



ETC收费系统结构

- ETC收费系统车道设备包括微波天线、触发线圈、路旁控制器、电动栏杆、报警装置等，其具体硬件设备构成如下所示。





Thank You!

