

# 通信电子线路

# 第一章 无线通信技术概论

# 通信的概念

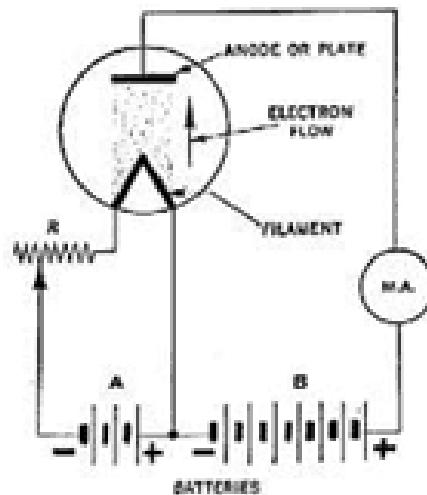
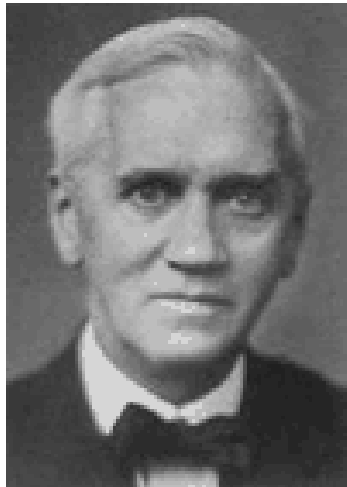
- 通信是将信息（消息）由一个地方穿向另一个地方（或多个地方）。现代通信通常的实质就是电子通信。
- 通信中所传递的信息有各种不同的形式，如语音、音乐、文字、数据等。根据所传递消息的不同通信业务可以分为语音、数据传输等。
- 从广义的角度来看，广播电视、导航等也属于通信的范畴。

# 电子通信技术的发展历程

- 1837年摩尔斯（Samuel Morse）发明了第一个电子通信系统。
- 1876年贝尔（Alexander Graham Bell）和华迪生（Thomas A Watson）发明了电话机。
- 1873年麦克斯韦（James C. Maxwell）发表了电磁辐射理论，为无线电通信奠定了理论基础。
- 1894年马可尼（Guglielmo Marconi）试验无线电通信获得成功。

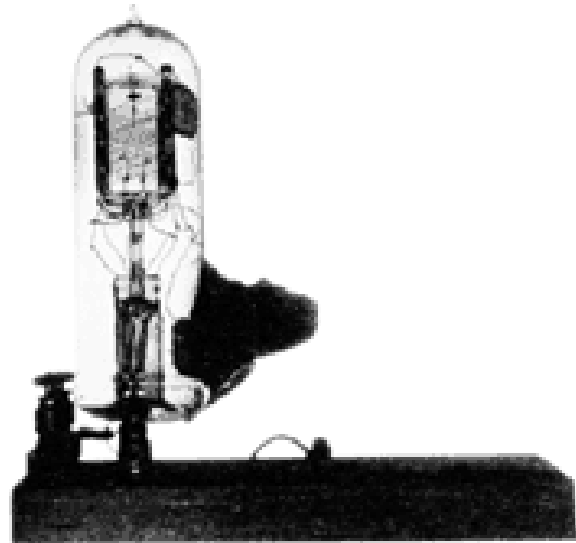
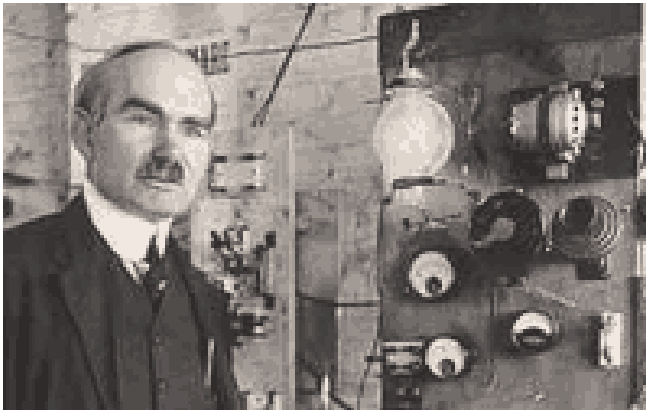
# 电子通信技术的发展历程

- 1904年弗莱明(Fleming)发明真空电子二极管，人类社会进入无线电电子学时代。



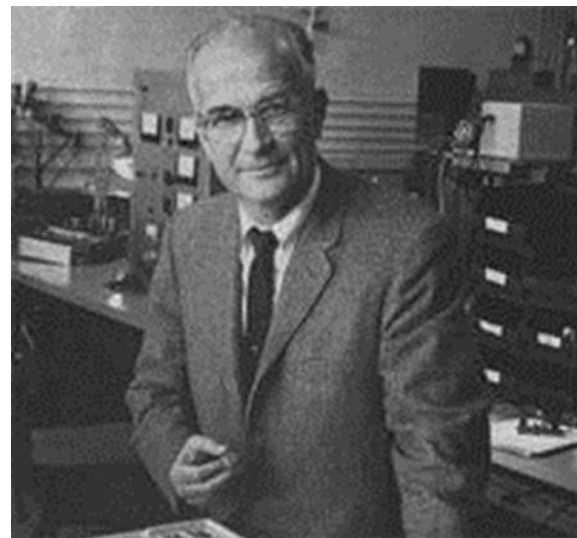
# 电子通信技术的发展历程

- 1907年李·德·福雷斯特(Lee De Forest)发明了电子三极管，为各种电子线路提供了“心脏”器件。这是电子技术发展史上第一个重要里程碑。



# 电子通信技术的发展历程

- 1948年，贝尔实验室的威廉·肖克利（William Shockley）和两位同事发明了晶体管。这是电子技术发展史上第二个重要里程碑。他们获得了1956年度诺贝尔物理学奖，肖克利后来被誉为“晶体管之父”。



# 电子通信技术的发展历程

- 1956年，诺依斯、摩尔等八位年轻的科学家到达硅谷，加盟“肖克利半导体实验室”。次年，八人在诺伊斯的带领下成立了仙童半导体公司。



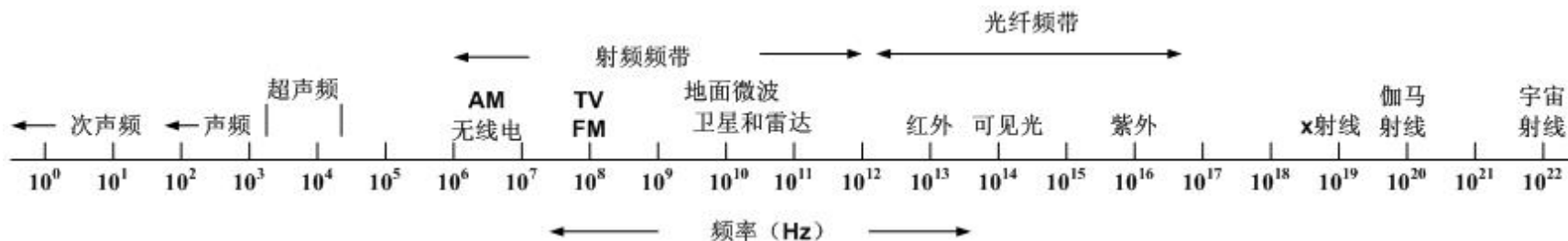


# 电子通信技术的发展历程

- 20世纪60年代末期仙童公司销售部主任桑德斯等七名员工创建AMD公司。诺伊斯等人则创办了Intel公司。目前硅谷主要集成电路公司中的半数以上，是仙童公司的直接或间接后裔。
- 20世纪70年代以来，随着大规模集成电路与计算机技术的迅速发展，使得无线通信的设备更加小型化，寿命延长，可靠性提高，从而进一步推动了新兴通信业务的发展。

# 通信频率的分配

- 电信号的频率是一个周期性运动，在一个给定的时间内出现的次数就是频率的定义。波形的每一个完整的交替为一个周期。频率就是每秒内的周期数，频率的基本单位是赫兹（Hz）。



# 通信频率的分配

■ 波长与频率、速度之间的数学关系为：

$$\blacktriangleright \lambda = c/f$$

✓ 为波长，单位为米（m）；

✓  $c$  为光速， $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ ；

✓  $f$  为频率，单位为赫兹（Hz）。

# 无线电波段划分

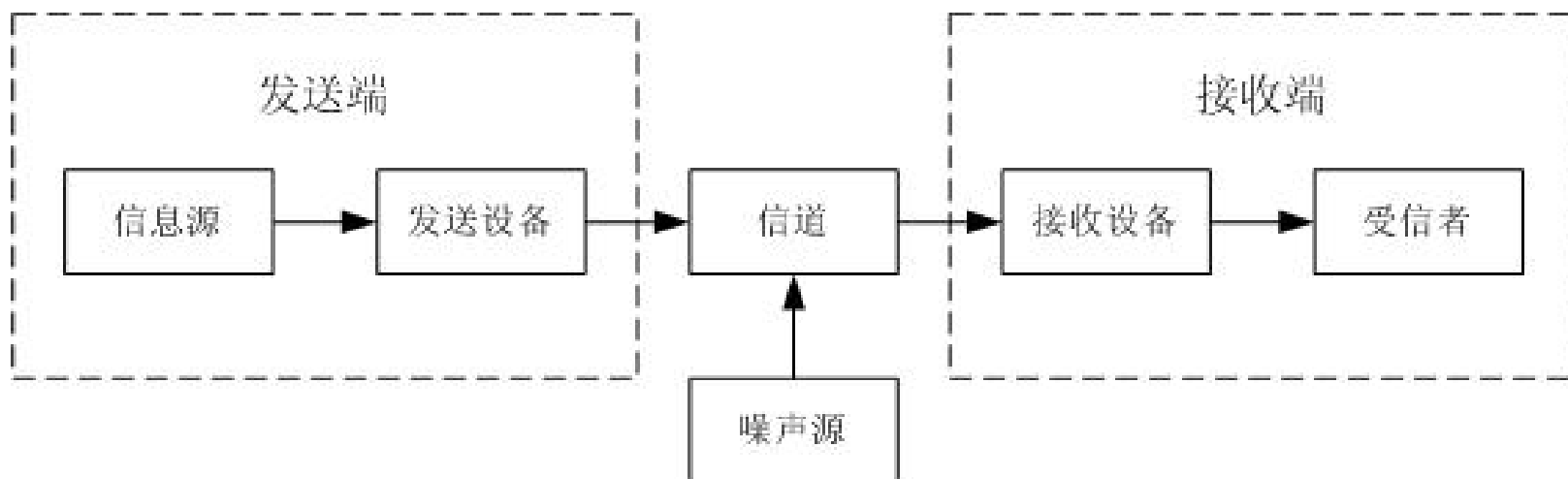
频带号	频带范围	名称	频带号	频带范围	名称
2	30-300Hz	ELF(极低频)	11	30-300GHz	EHF(极高频)
3	0.3-3kHz	VF(话音频率)	12	0.3-3THz	红外光
4	3-30kHz	VLF(甚低频)	13	3-30THz	红外光
5	30-300kHz	LF(低频)	14	30-300THz	红外光
6	0.3-3MHz	MF(中频)	15	0.3-3PHz	可见光
7	3-30MHz	HF(高频)	16	3-30PHz	紫外光
8	30-300MHz	VHF(甚高频)	17	30-300PHz	X射线
9	0.3-3GHz	UHF(特高频)	18	0.3-3EHz	伽马射线
10	3-30GHz	SHF(超高频)	19	3-30EHz	宇宙射线

# 通信系统模型

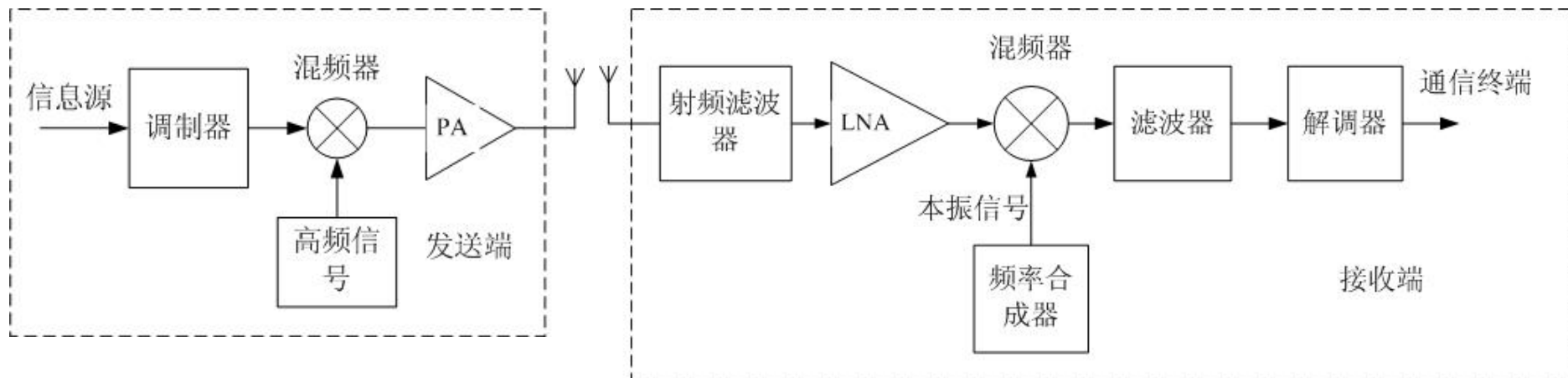
- 根据电信号传递的媒质不同，通信可分为有线通信和无线通信两大类。
- 有线通信——指电信号通过导线、电缆线、光缆线等有线媒质传递的。
- 无线通信——指电信号利用空间电磁波的传播来作为媒质传递的。

# 通信系统模型

- 点对点通信系统的通用系统模型如下图所示。根据应用环境不同，会出现不同形式的具体的通信系统模型。

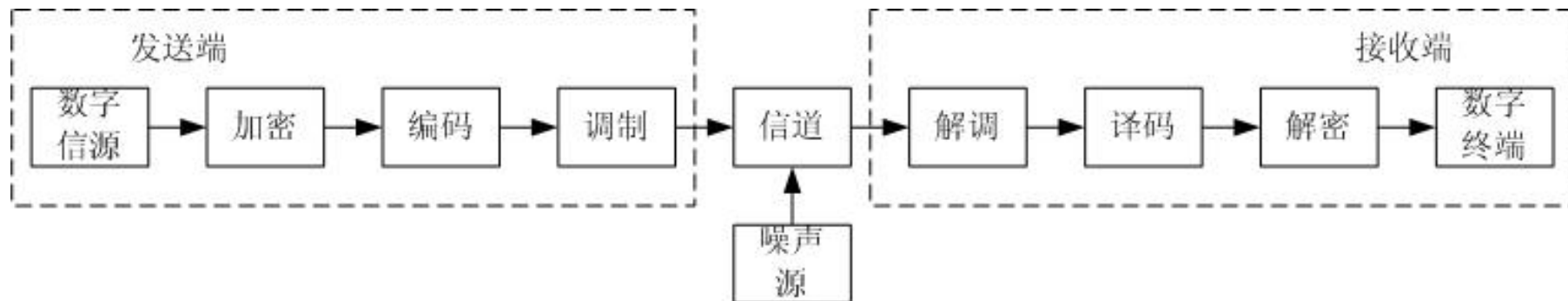


# 模拟通信系统



- 模拟通信系统传送的是模拟信号，发送端的信息源将所需传输的语音、图像等连续变化的低频的模拟信息转变为连续变化的原始电信号。

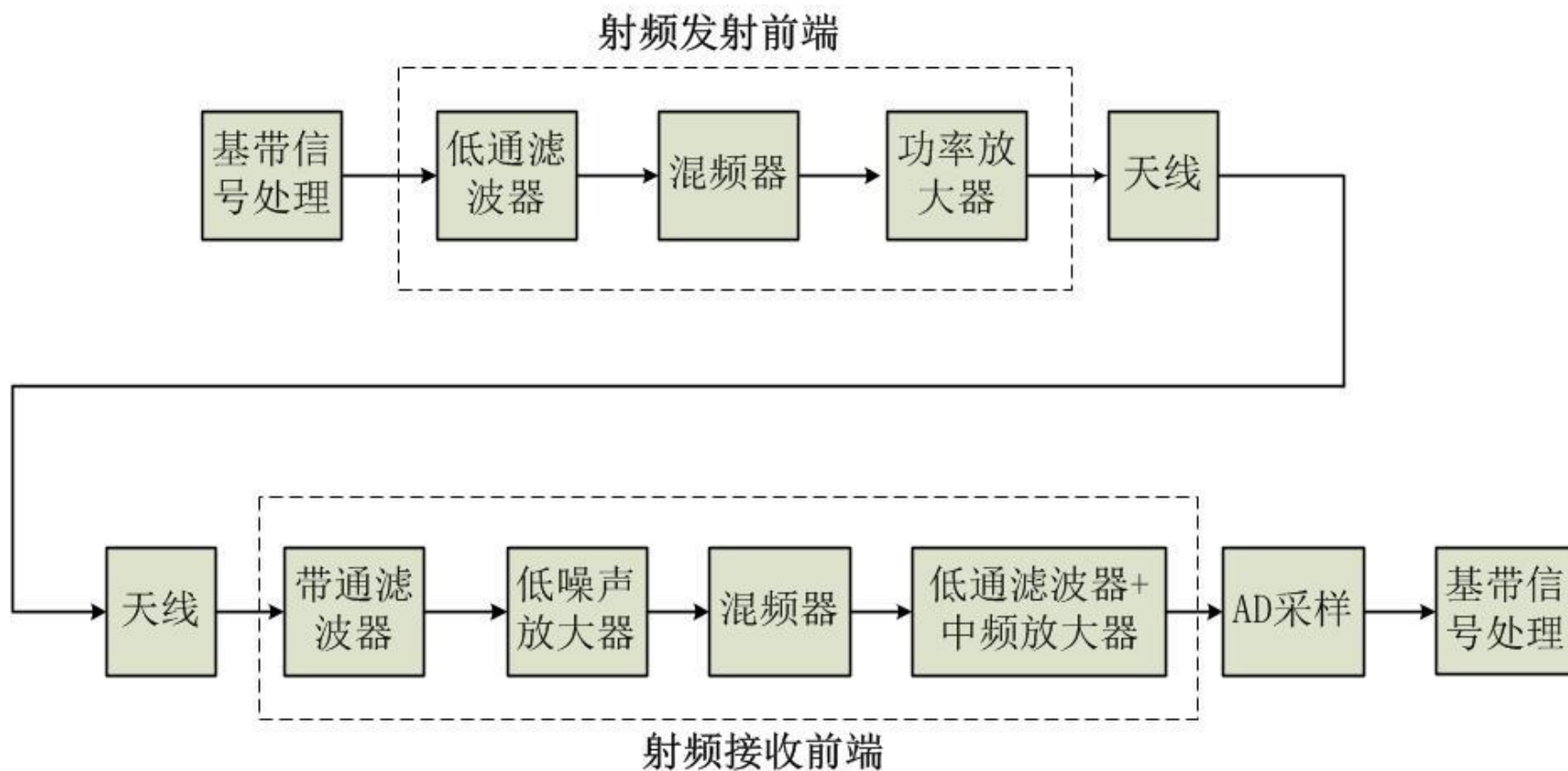
# 数字通信系统



- 数字通信系统是传输数字信号的，在发送端必须把由信息源产生的连续变化的模拟基带信号，变换成离散的数字脉冲信号。



# 混合通信系统



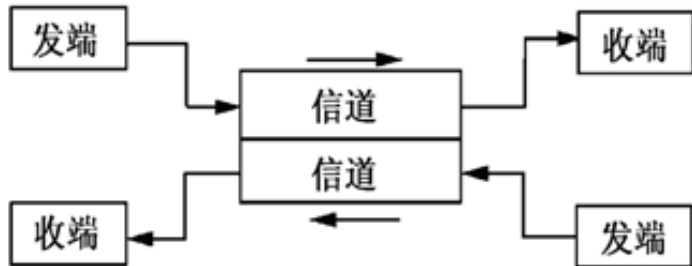
# 通信方式



(a)



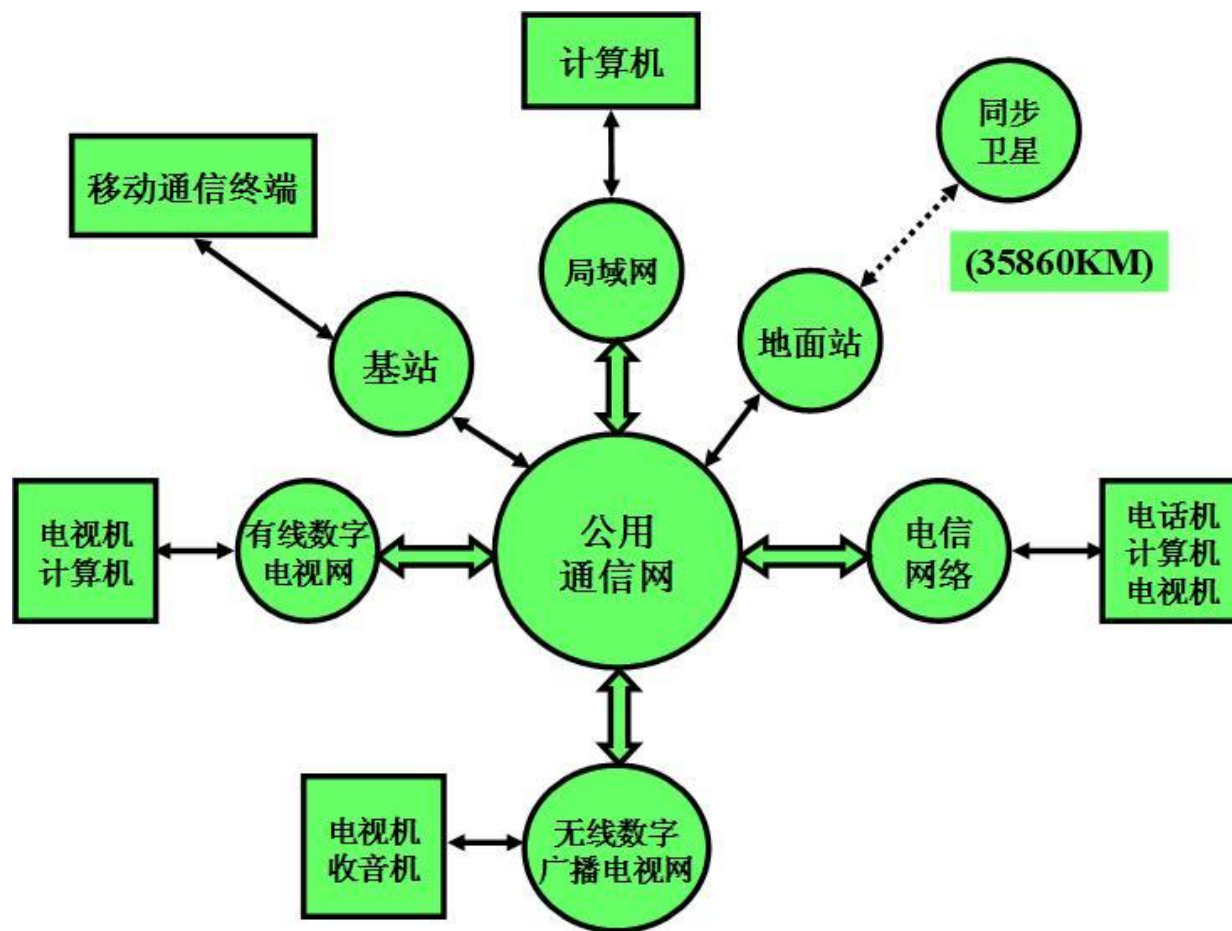
(b)



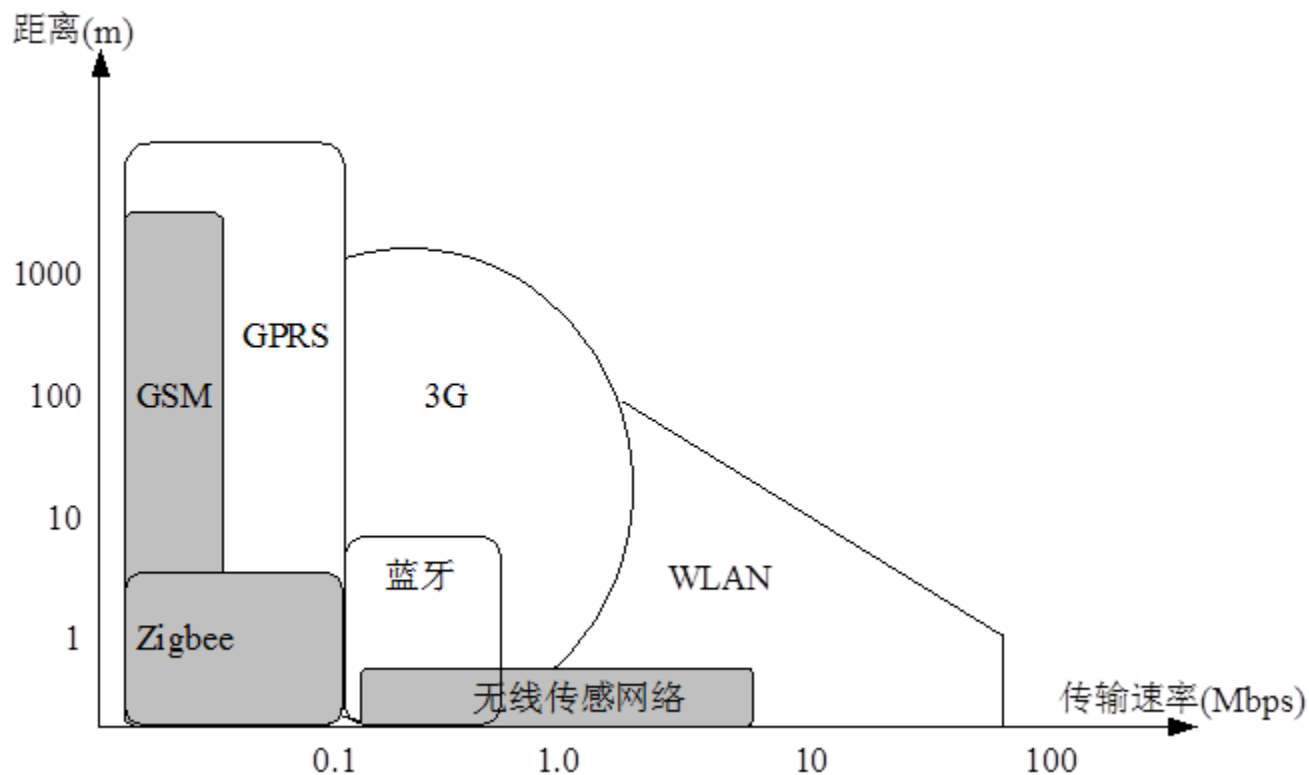
(c)

- 单工通信：指消息只能单方向进行传输的工作方式。
- 半双工通信：指通信双方都能收发消息，但不能同时进行收和发的工作方式。
- 全双工通信：通信双方可同时进行双向传输消息的工作方式。

# 通信网络系统



# 无线通信网络体系结构划分



# 军用无线通信装备

## 机动雷达



## 卫星通信车



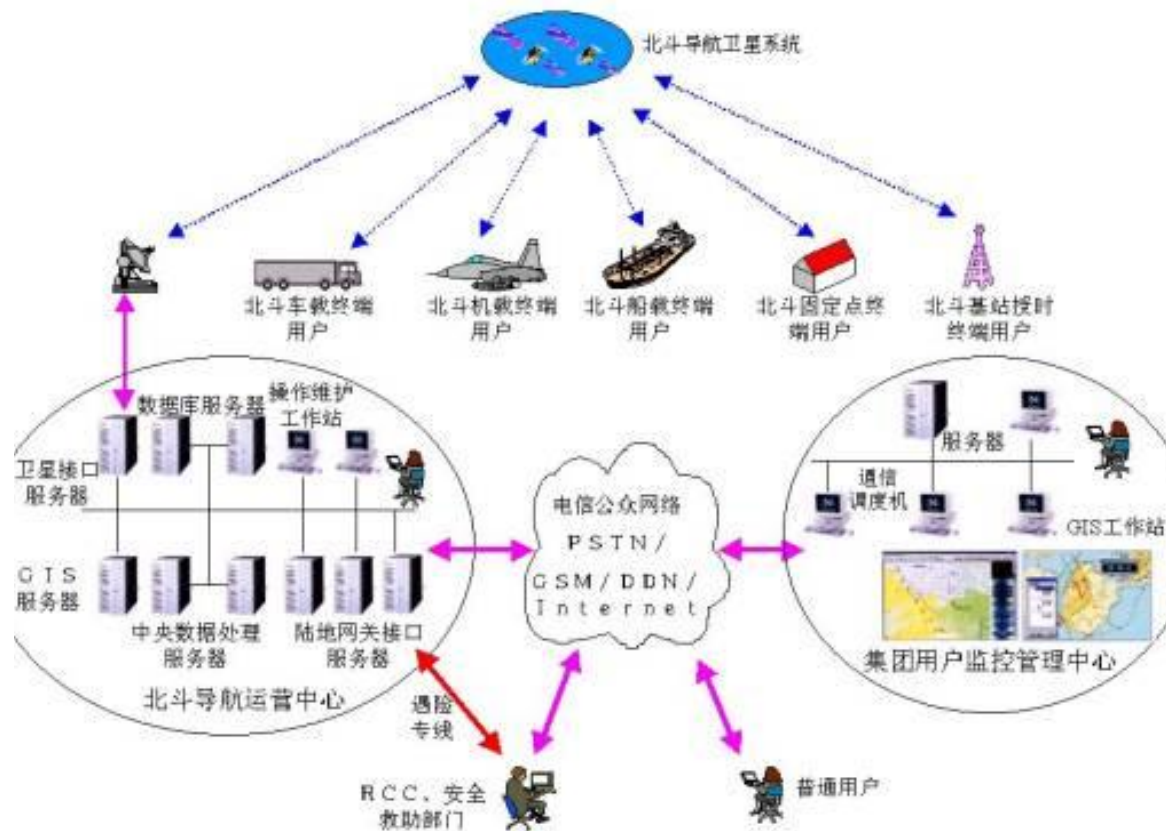
# 军用无线通信装备

无人机



预警飞机



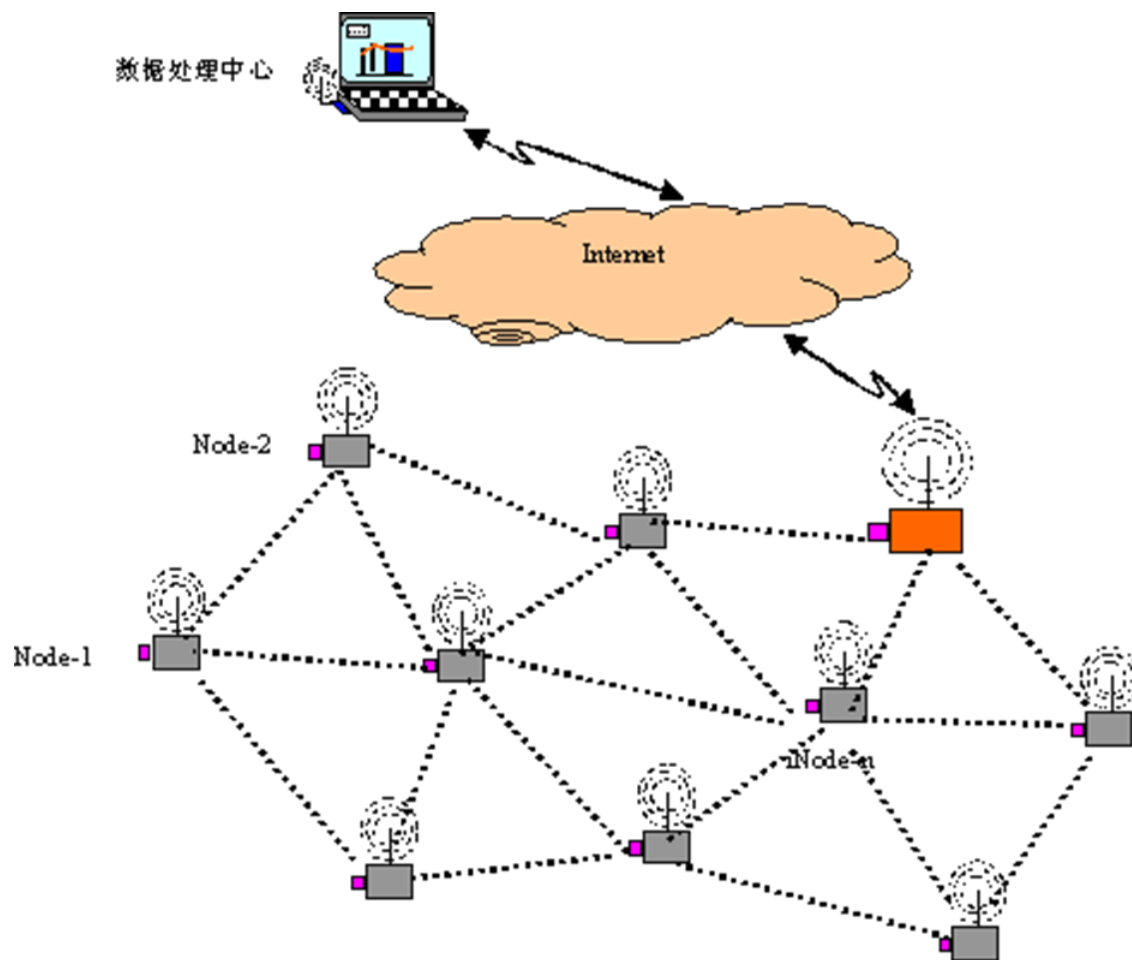


# 北斗卫星导航系统

- 北斗卫星导航系统由空间端、地面端和用户端三部分组成，空间端包括**5**颗静止轨道卫星和**30**颗非静止轨道卫星，地面端包括主控站、注入站和监测站等若干个地面站，用户端可与等其他卫星导航系统兼容。



# 无线传感网技术





# 无线传感网技术

- 利用无线传感网络，在农作物种植区域大量部署传感器。
- 通过感知和采集网络分布区域内的各种环境和监测对象的信息，监控农作物的生产状态，为生产标准的制定提供有力的统计数据。

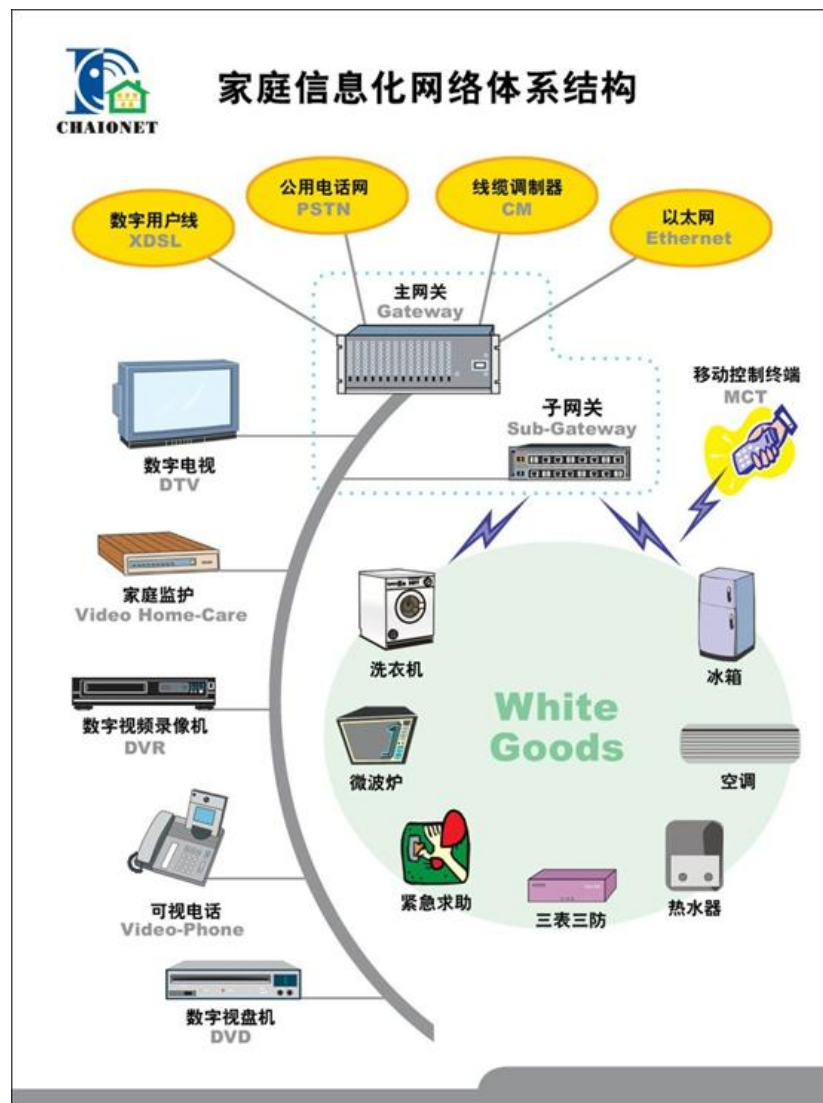


# 无线传感网技术

- 东南大学生物电子学国家重点实验室利用“微电子神经桥”和3G无线传输系统，两只相隔1000多公里的蟾蜍，实现了坐骨神经信号相互感应。
- 该实验在探索截瘫病人新的康复训练模式方面具有重要的应用价值。



# 无线传感网技术



# 无线传感网技术

无锡物联网产业研究院



南京无线谷



# 移动通信系统

- **1G：模拟制式，在公众应用领域已完全被淘汰。**
- **2G：GSM、GPRS、EDGE和CDMA-1X。**
- **3G：2009年工信部正式发放了3G牌照。**
  - **中国移动：TD-SCDMA**
  - **中国联通：WCDMA**
  - **中国电信：CDMA2000**

# 移动通信系统

- 4G性能要求：
  - 用户速率在低速移动和固定情况下达20Mbps以上，在高速移动情况下达2Mbps以上；
  - 容量要达到3G系统的5~10倍，传输质量、覆盖范围相当于甚至优于3G系统；
  - 具有不同速率间的自动切换能力，以保证通信质量，网络的每比特成本要比3G低。
  - 支持下一代因特网和所有的信息设备、家用电器等；实现与固定网或专用网的无缝化连接。

# 移动通信系统

- 4G演进趋势:

- TD-SCDMA → TD-HSDPA → LTE TDD

- WCDMA → HSDPA → LTE FDD

- CDMA2000 → EV-DO → LTE FDD



引领 3 G 生活

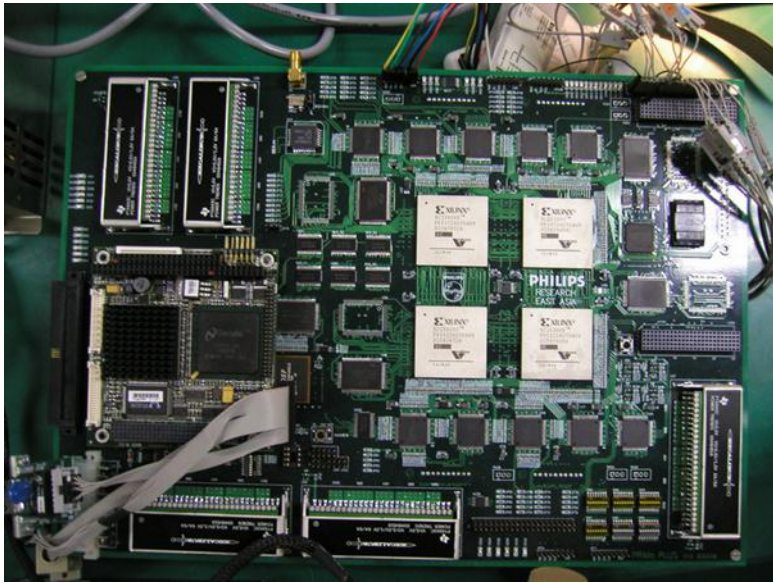


# 移动通信系统



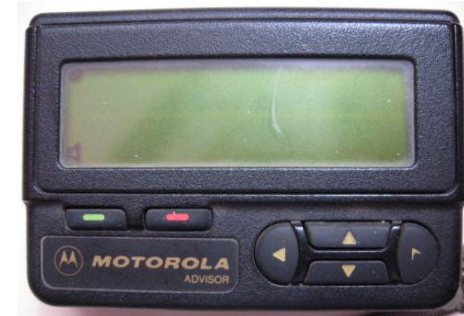


# 移动通信基站系统



# 个人移动通信终端

- 摩托罗拉中文寻呼机（BP机）。



- 摩托罗拉 8900（1995年），GSM。



# 个人移动通信终端

- 摩托罗拉 m3688 （2000年）， GSM， 英文短信接收发。



- 摩托罗拉 L2000 （2000年）， GSM， 中文短信收发。



# 个人移动通信终端

- 诺基亚 8310 （2001年）， GSM/GPRS ， 大容量中文通讯录。



- 诺基亚 3100 （2003年）， GSM/GPRS ， 彩色显示屏。



# 个人移动通信终端

- 诺基亚 N73 （2006年） ，  
GSM/GPRS/EDGE ， 智能机  
， Symbian S60 V3。
- 诺基亚 N97 （2009年） ，  
GSM/GPRS/EDGE/WCDMA  
， Symbian S60 V5， 全触屏+  
全键盘。



# 个人移动通信终端

- 摩托罗拉 A3300C （2009年）  
， CDMA2000 ， Windows Mobile 6 。



- 诺基亚 6788i （2010年）  
， GSM/GPRS/EDGE/TD-SCDMA ， Symbian S60 V3。



# 个人移动通信终端

- 摩托罗拉 Droid X （2010年），  
CDMA2000 ， Android （安  
卓） OS v2.1 。



- 苹果 iPhone 4 （2010年），  
GSM/GPRS/EDGE/WCDMA  
， iPhone iOS 4。





# 个人移动通信终端

- 苹果 iPad（2010年），  
WiFi/3G，Mac OS。



- 汉王 TouchPad B10（  
2010年），WiFi/3G，  
Windows 7。



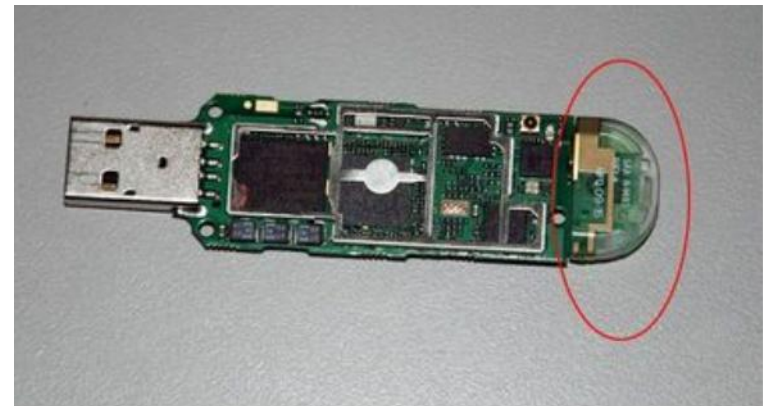


# 个人移动通信终端

## 3G无线上网卡

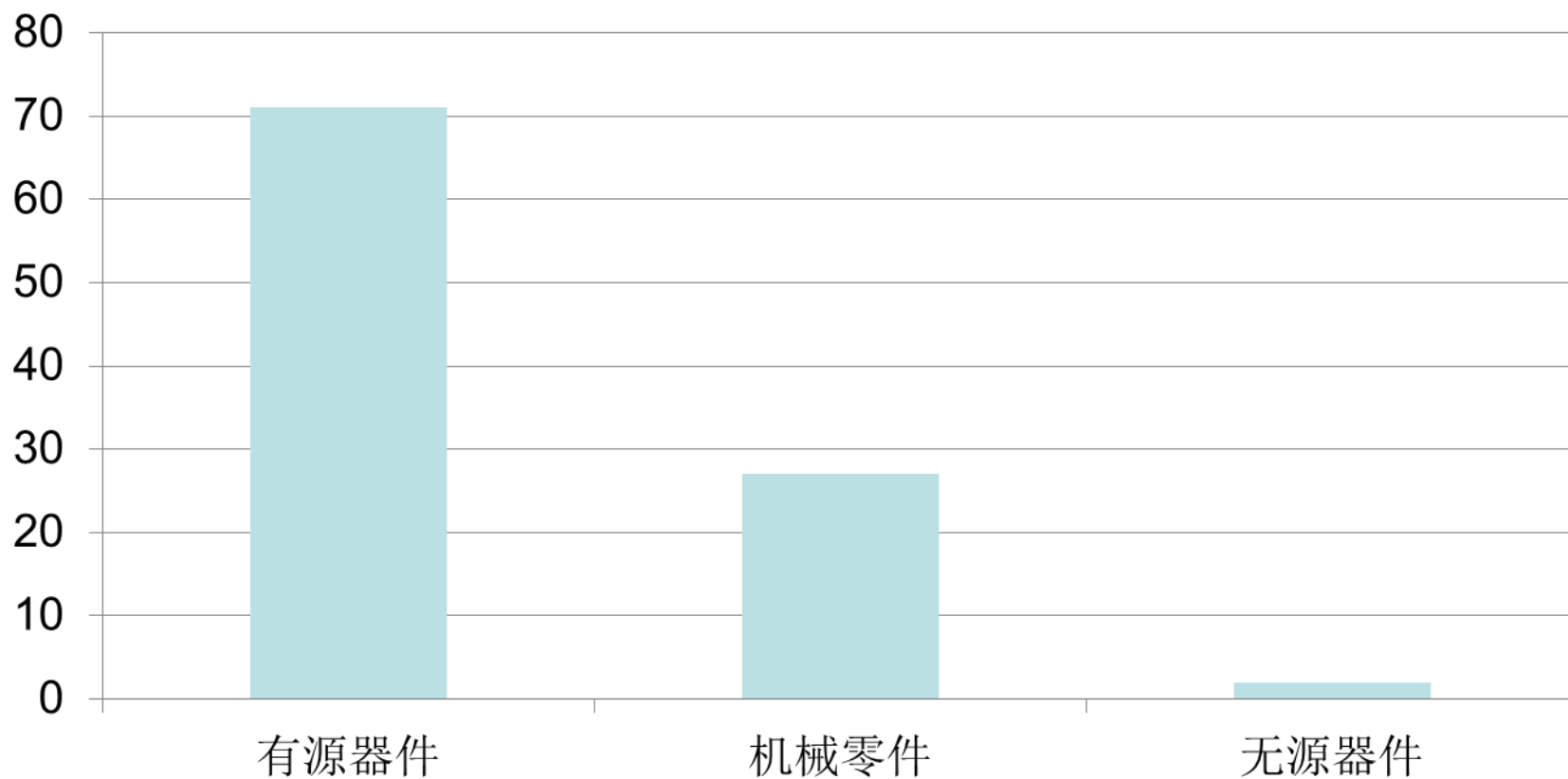


## 无线网卡内部结构

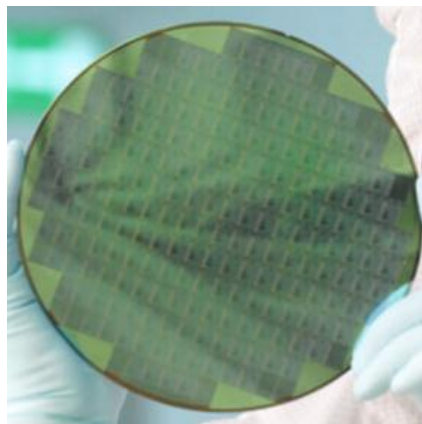


# 个人移动通信终端

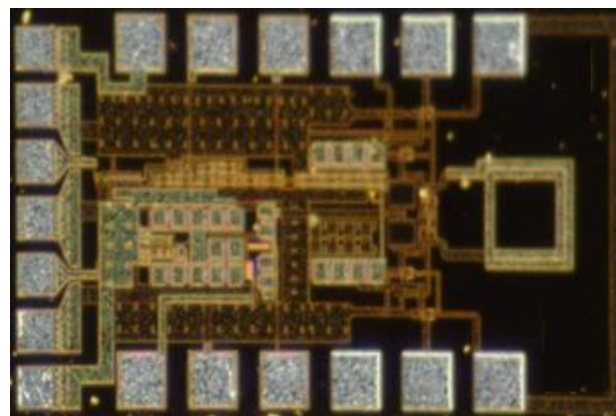
百分比



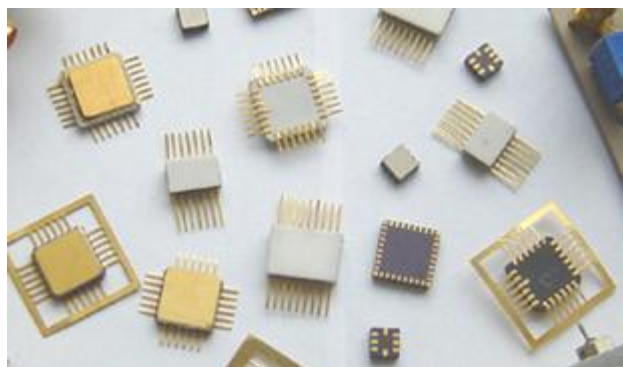
# 无线通信集成电路



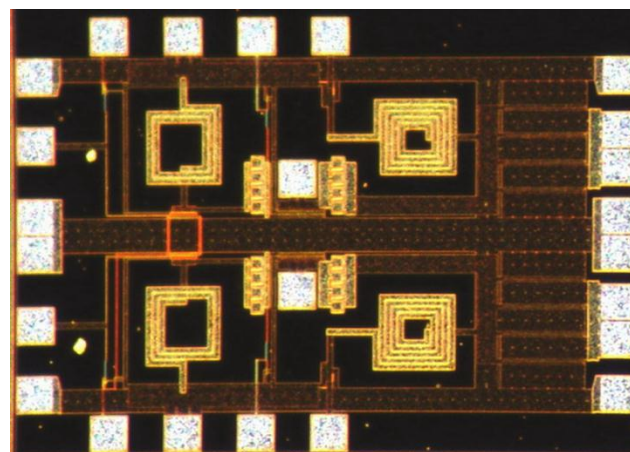
晶圆



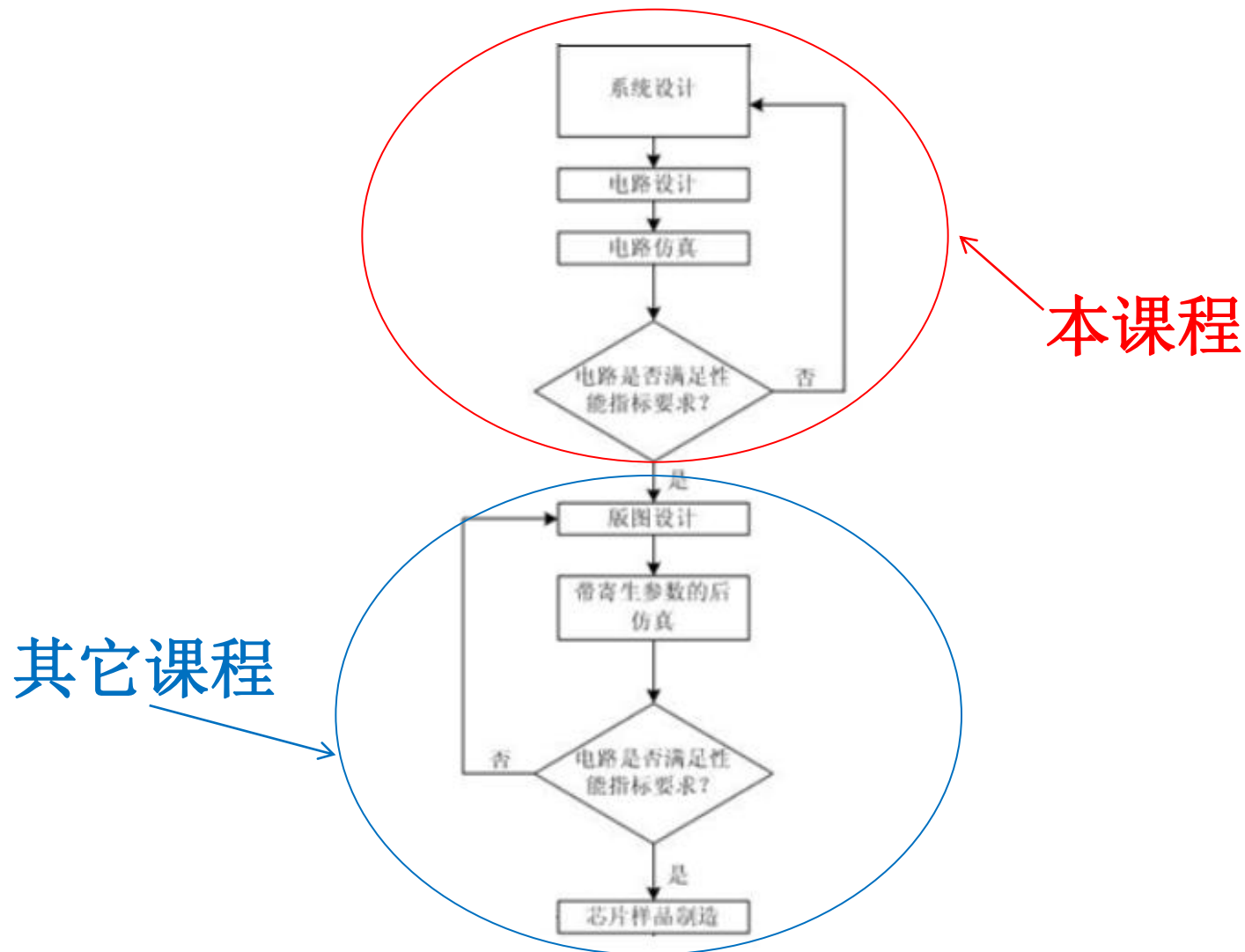
芯片



封装后的集成电路



# 无线通信集成电路设计流程



# 课程培养目标

- 通过本课程的学习，掌握现代通信系统的电路原理和通信电路的基本知识。
- 了解和熟悉通信系统的组成电路，通信集成电路原理和应用方法，掌握通信电路技术和电路设计。
- 本课程主要以介绍无线通信电路基本概念和相关技术为主。

# 课程内容

- 第二章 选频回路与阻抗变换
- 第三章 电子通信系统基础
- 第四章 调制与解调
- 第五章 发射机、接收机结构
- 第六章 低噪声放大器
- 第七章 混频器
- 第八章 锁相环与频率合成
- 第九章 射频功率放大器
- 第十章 通信系统实例