



西安交通大学  
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY

# 通信技术的发展 and 展望

# 通信技术的发展和展望

构成社会的三大基本要素：**物质、能量和信息**



## 信息交流和传递方式：

- 近距离通信：表情、动作、面对面交流、  
讨论（语言）、文字
- 远距离通信：烽火台、旌旗、旌鼓、信号灯
- 长距离通信：电通信（通信系统）

# 通信技术和展望



**通信：**利用电信号进行的信息交流与传输。

**通信系统：**信息传输与交换所需的所有设备的总和。



## 信息社会：

信息成为重要的  
社会资源，信息的开  
发利用成为社会生产  
力发展的重要标志！

# 通信技术的发展 and 展望

## 里程碑(1)

1800



Electrical source  
(Volta)

1838



Telegraph  
(Morse)

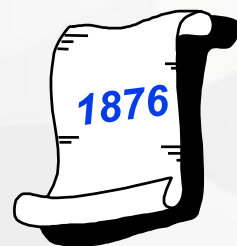




Maxwell

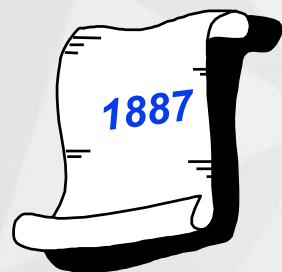
麦克斯韦预言电磁波辐射的存在

## 里程碑(2)



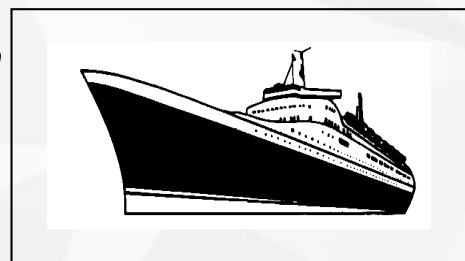
Electric transmission  
(A.G. Bell)

## 里程碑(3)



Hertz

赫兹验证无线电波存在



1st wireless  
transmissions  
(Marconi)

马可尼跨海无线电通信  
试验成功



## 里程碑(4)

1906

发明真空管

1918

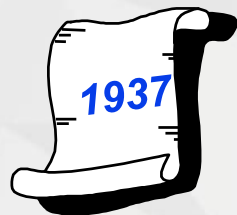
调幅广播（超外差接收机）

1928

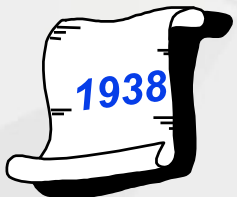
奈奎斯特（**Nyquist**）提出抽样定理

1936

调频广播



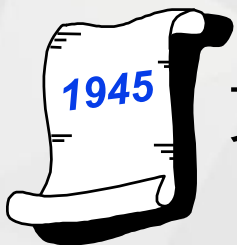
瑞维斯 (A.H.Reeves) 发明PCM技术



电视广播



雷达、微波技术



数字计算机、  
克拉克 (A.C.Clarke)  
提出卫星通信设想

## 里程碑(5)

## 里程碑(6)



发明晶体管、  
C.E.Shannon发表信息论  
(A Mathematical Theory of Communication)

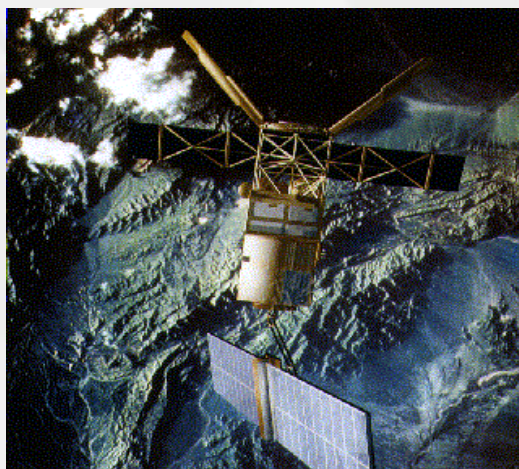


贝尔实验室生产出第一台  
实用的PCM数字通信设备



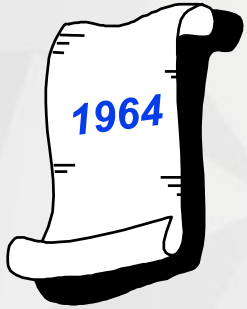
发射第一颗卫星

## 里程碑(7)

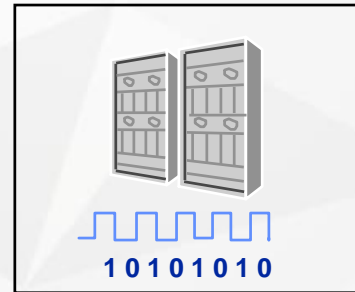
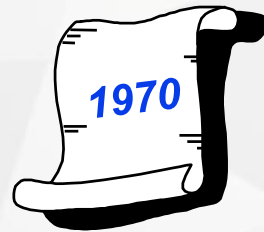


第一颗通信卫星

## 里程碑(8)

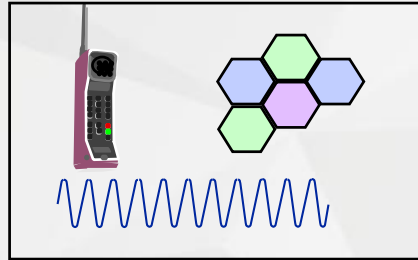
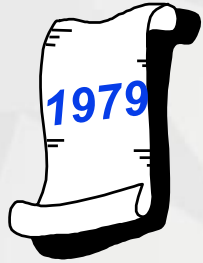


**1st public mobile telephone  
IMTS (Improved Mobile  
Telephone Services)**



**Digital Technology  
(1st digital switch)**

# 通信技术的发展 and 展望



**1st analog cellular  
network (1G)**



**GSM communication  
(digital cellular network) (2G)**



进入上世纪**80**年代后，通信技术突飞猛进，  
出现了许多新技术：

- **ISDN、SDH、ATM**
- **Bluetooth、ZigBee(WPAN)**
- **Wi-Fi (WLAN)、WiMAX( WMAN)**

(IEEE 802 无线标准系列： 802.15x, 802.11x, 802.16x, 802.20x)

- **3G、B3G、IMT-Advanced (4G)、5G、移动IP ...**



## 4G改变生活，5G改变社会！

- ✓ 1G打电话
- ✓ 2G聊QQ
- ✓ 3G刷微博
- ✓ 4G看视频
- ✓ 5G ?

## 5G (The Fifth Generation Mobile Communication Technology) 特点

- 高速率: 下行峰值速率10Gb/s (1.25GB/s)
- 低时延: 毫秒级
- 广覆盖: 100万用户/平方公里

## 5G应用场景

VR、车联网、物联网、无人驾驶、远程医疗...



## 5G关键技术

- 毫米波 (30GHz-300GHz)
- 微基站 (小功率)
- **Massive MIMO** (Multiple-Input Multiple-Output)  
多根天线发送, 多根天线接收, 多天线技术
- **D2D** (Device to Device设备到设备)

## 5G关键技术

### ■ 毫米波 (30GHz-300GHz)

频率资源就像车厢，频率越高，车厢越大，  
装载信息就越多，传输速率就越高。



4G通信能力



5G通信能力

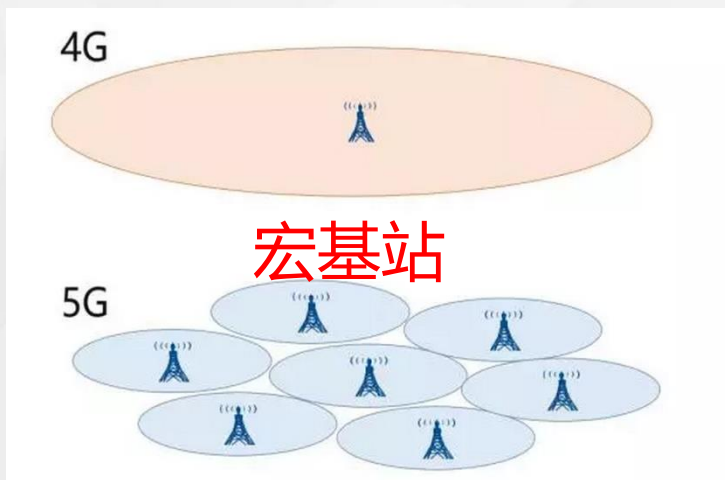


## 5G关键技术

### ■ 微基站 (小功率)

频率越高，传输距离越短，覆盖能力越弱。

覆盖同一个区域，需要基站数量越多。



微基站

# 通信技术和展望



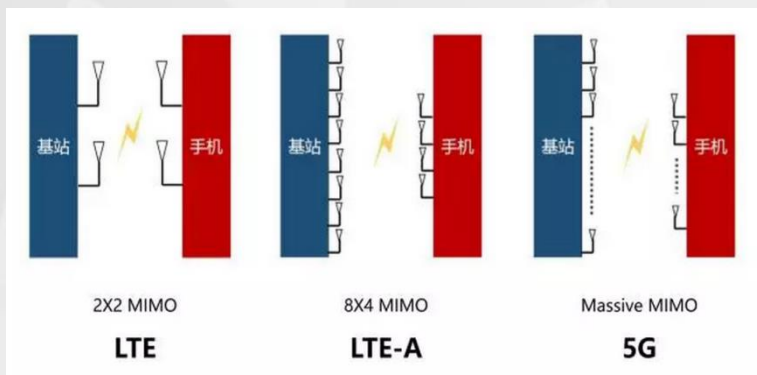
西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



## 5G关键技术

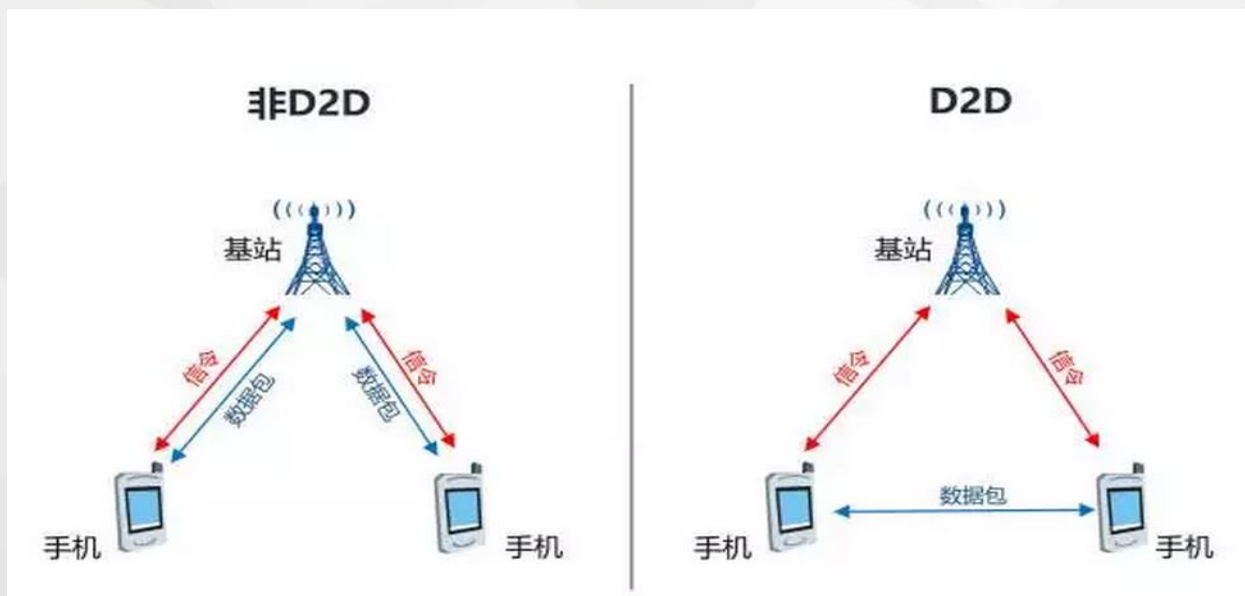
### ■ Massive MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)

多根天线发送, 多根天线接收, 多天线技术)



## 5G关键技术

### ■ D2D (Device to Device设备到设备)

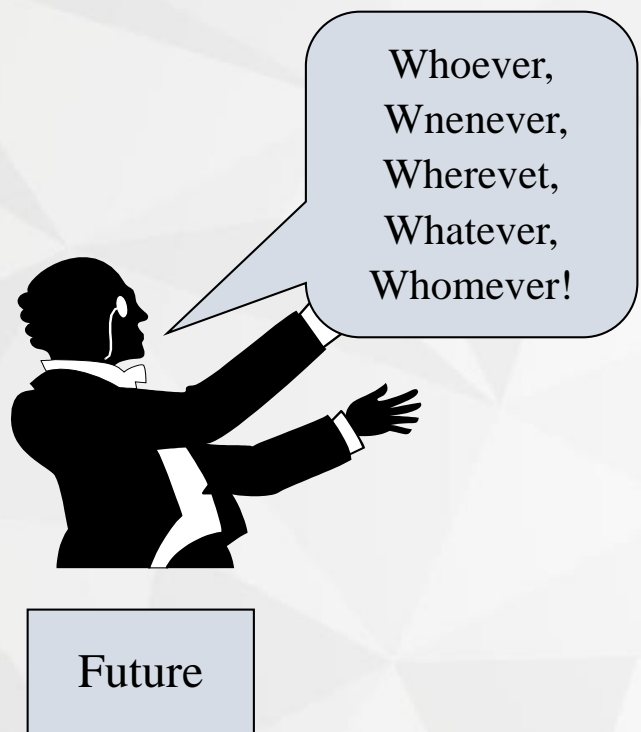


- 节约大量空中资源，减轻基站压力
- 控制消息还要通过基站，仍占用频谱资源

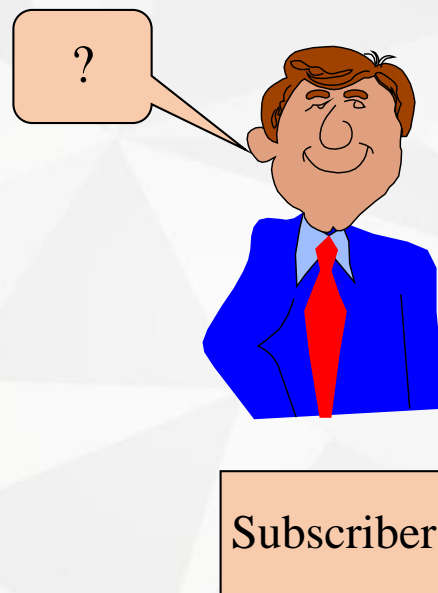
通信最终的目标： **个人通信 (PCN:Personal Communication Networks)---5W**

- 任何人 ( **Whoever** )
- 任何时候 ( **Whenever** )
- 任何地方 ( **Wherever** )
- 与另一个人 ( **Whomever** )
- 任何方式 ( **Whatever** )

# 通信技术的发展和展望



## 未来通信的要求



未来的通信终端：智能天线、软件无线电（**DSP**技术）