



通信电子线路

主讲：凌小峰

xfling@ecust.edu.cn



第1章 绪 论

□ 内容概要

- “通信”的前世今生
- “电子线路”面面观
- “通信电子线路”研究什么？
- 我们要怎么学这门课？
- 讲点基础背景知识



通信的前世今生

□ 古代：烽火狼烟、击鼓鸣金、摇旗呐喊、飞鸽传信

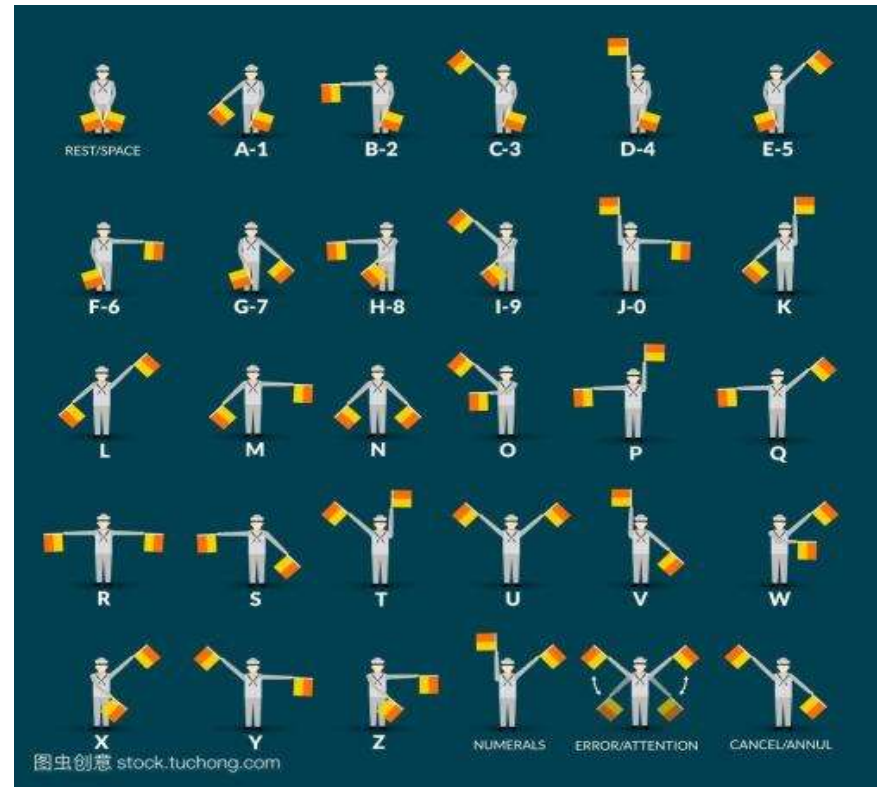
这些通信方法和手段只能极其有限地解决一定距离的通信问题。

□ 现代：电话、电视、广播、邮政、因特网等

目前的这些现代的通信方法和手段已为我们大家所熟知，并成为我们社会生活中一个不可或缺的组成部分。



□ 从古代的烽火到近代的旗语都是人们寻求快速远距离通信的手段。

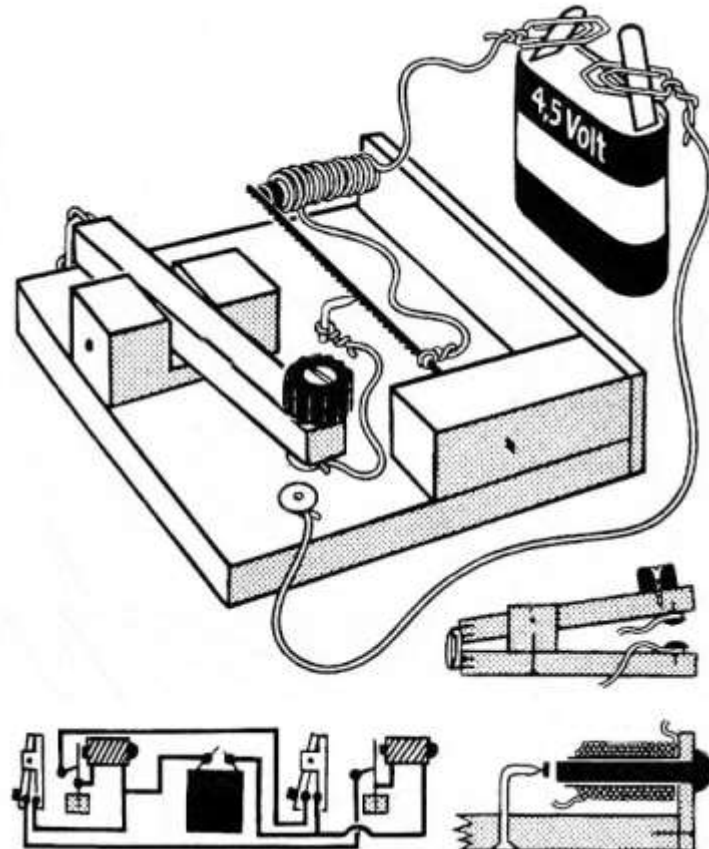


2

□ 1837年，美国的莫尔斯发明了电报，创造了莫尔斯电码，开始了通信的新纪元。

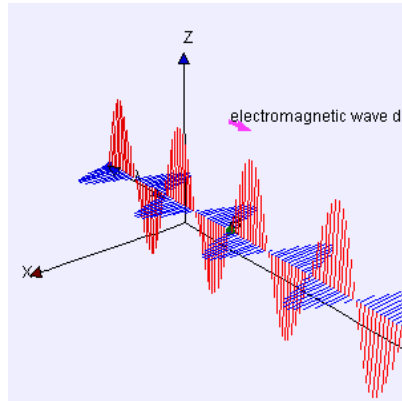


A ●—	J ●—●—●—	S ●●●
B —●●●●	K —●—●—	T —●—
C —●—●—	L —●—●—	U —●—●—
D —●●●●	M —●—●—	V —●●●●
E ●	N —●—●—	W —●—●—
F ●●—●●	O —●—●—	X —●●●●
G —●—●—	P —●—●—●	Y —●—●—●
H ●●●●●	Q —●—●—●—	Z —●—●—●—
I ●●	R ●—●	



3

□ 1865年，英国科学家麦克斯韦总结了前人的科学成果，提出电磁波学说。



Maxwell's Equations

Differential form

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

4

□ 1876年，美国发明家贝尔发明了电话，能够直接将语言信号变为电能沿导线传送。

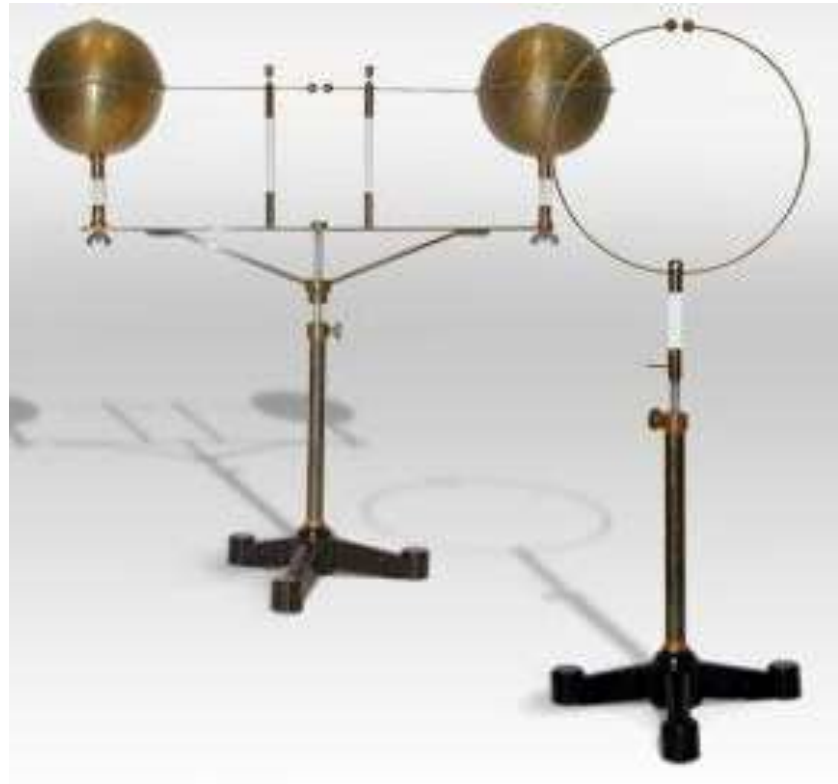


5

□ 1887年，德国科学家赫兹（Hertz）用一个振荡偶子产生了电磁波，在历史上第一次直接验证了电磁波的存在。



1857-2-22 – 1894-1-1

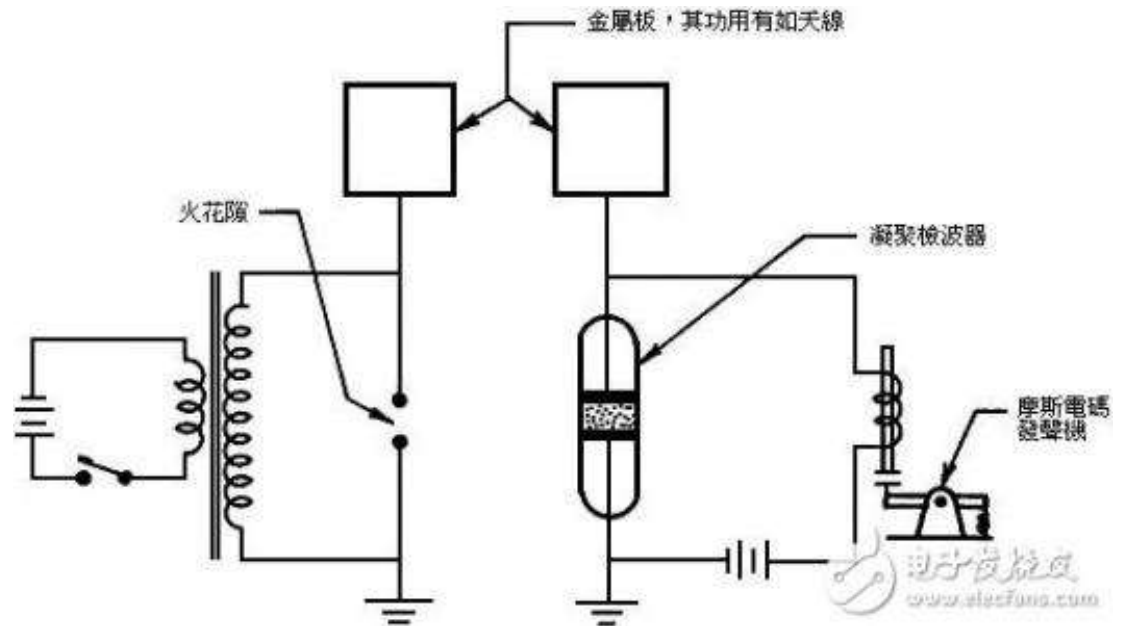


6

□ 1895年，意大利科学家马可尼在赫兹实验基础上，实现了100码的“远距离”无线电信号传送，4年后实现了跨越英吉利海峡的无线电通讯。



1874~1937
帅哥，商人，捡漏王





1901年12月12日，马可尼做了跨越大西洋传送无线电信号的表演。这一次他把信号从英国的Cornwall发送到加拿大的Newfoundland。

马可尼因此获得1909年度诺贝尔奖。与他分享这一年度诺贝尔奖的是布劳恩，因为布氏发现金属硫化物具有单向导电性，这一成果可用于无线电接收装置。

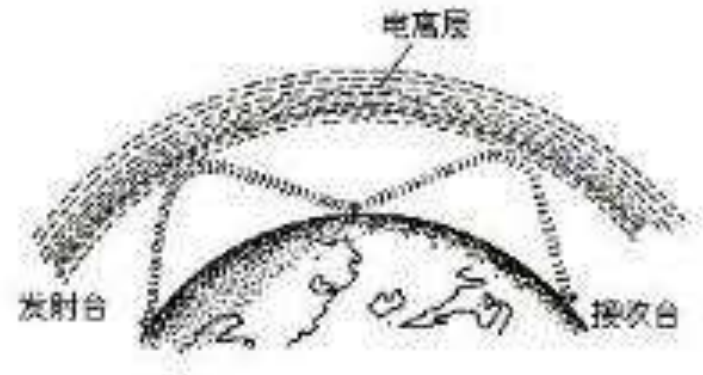
7

□ 1906年圣诞节前夜，美国的**费森登**和亚历山德逊在纽约附近设立了一个广播站，并进行了有史以来第一次广播。



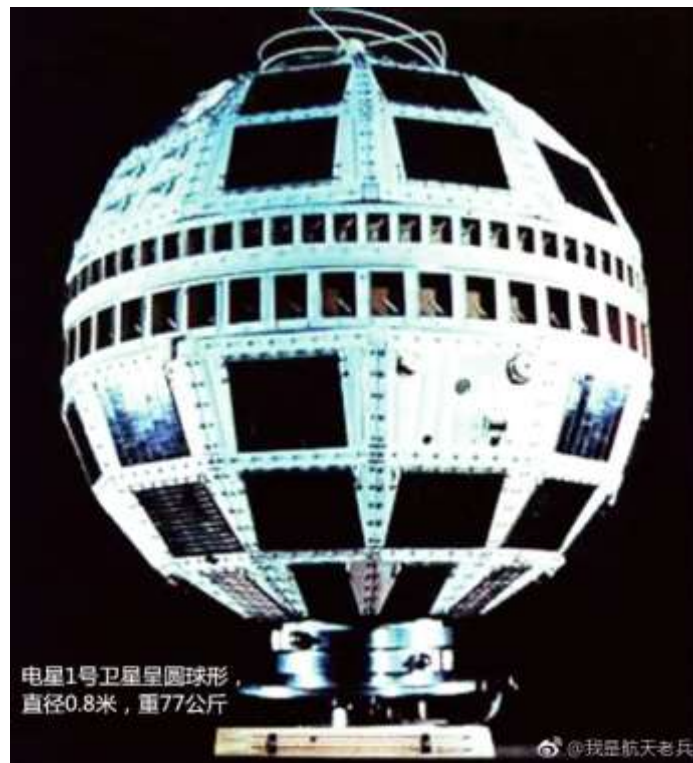
8

- ❑ 1912年美国的费森登 (Fessenden) 和阿姆斯特朗 (Armstrong) 改进了接收机的工作方式，发明了外差式接收系统，这种形式仍是目前许多无线电接收机的主要工作方式。
- ❑ 1912年，英国科学家埃克斯提出了无线电波通过电离层传播理论，这一理论使得一群业余爱好者在1921年实现了短波试验性广播。



□ 1962年 第一次跨大西洋的电视转播

1962年7月11日，“电星1号”在美国缅因州的安多弗站与英国的贡希利站和法国的普勒默——博多站之间成功地进行了横跨大西洋的电视转播试验。

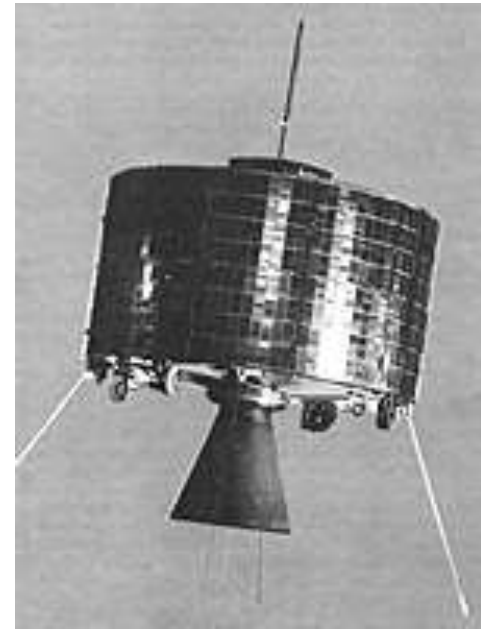
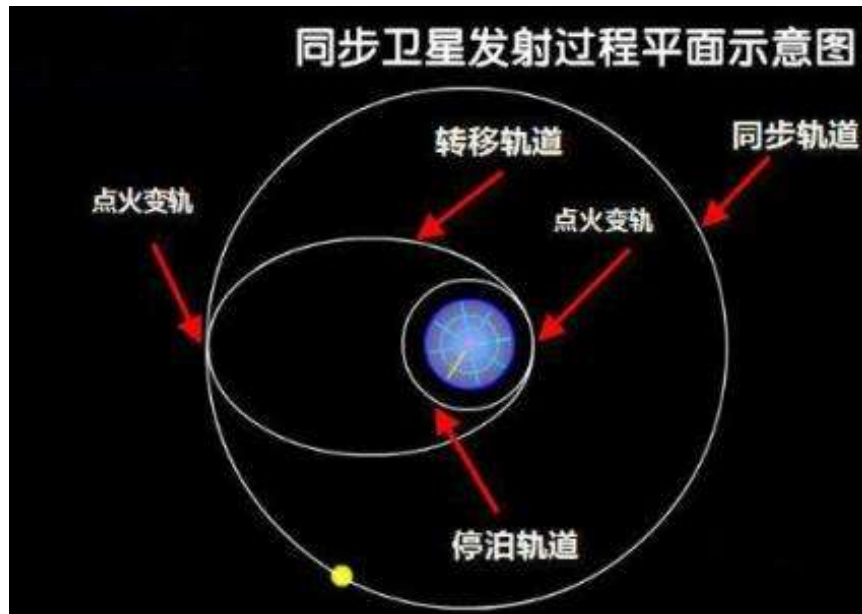


10

- 1963年7月26日，美国国家航空宇航局发射了“同步2号”（Syncom II）通信卫星，在非洲、欧洲和美国之间进行电话、电报、传真通信。
- 8月23日，美国总统肯尼迪与尼日利亚总理进行了全球首次通信卫星的第一次电话会话，声音传播了72000多公里。



□ 1964年8月19日,美国发射了“同步3号”(Syncom III)卫星,这是世界上第一颗地球同步静止轨道通信卫星。



- 1973年4月3日，摩托罗拉工程师马丁·库帕 (Martin Lawrence Cooper) 在完成了手机研制，制造了天线、建造了手机基站后，给竞争对手贝尔实验室打了一个电话，这一天被认定为手机的诞生日，也**标志着现代移动通信时代的来临。**



第一代移动通信

- 主要技术：模拟技术和频分多址(FDMA)技术。
- 代表系统：AMPS, TACS, NMT
- 速度：只支持通话，不能提供数字业务
- 容量：严重受限,扩容困难
- 终端：价格高、体积大、功耗大。



摩托罗拉 3200、8900

第二代移动通信

- 主要技术： 数字蜂窝技术， 窄带CDMA技术。
- 代表系统： GSM， CDMA-IS95
- 速度： 很低， $\sim 10\text{Kbps}$
- 容量： 受限， 频率资源日益枯竭
- 终端： 功能机， 电话+短信。



第三代移动通信

- 主要技术：CDMA技术。
- 代表系统：WCDMA，CDMA2000，TD-SCDMA
- 速度：较低， $\sim 1\text{Mbps}$
- 容量：受限，没有根本性改善
- 终端：网页/图像/音乐/低分辨率视频，智能机来了



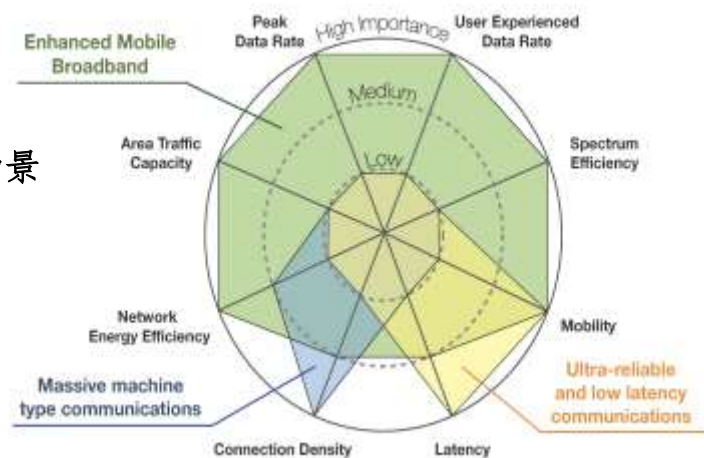
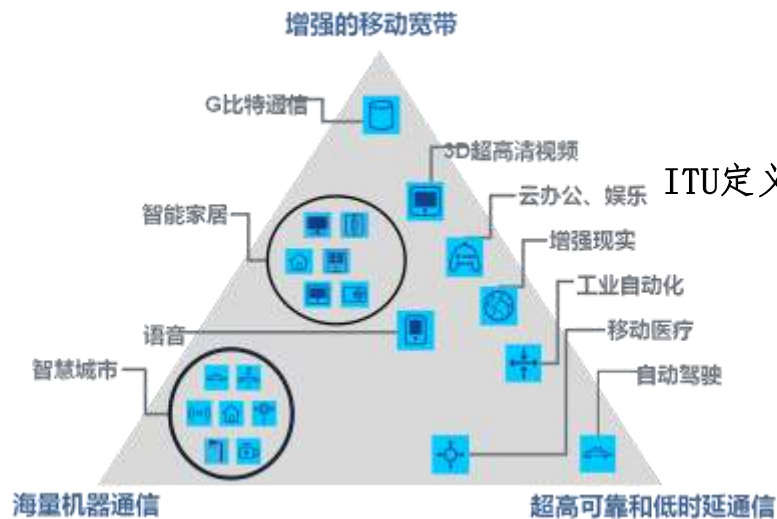
第四代移动通信

- 主要技术：OFDM技术，MIMO技术。
- 代表系统：TDD-LTE，FDD-LTE
- 速度：较高， $\sim 100\text{Mbps}$
- 容量：频谱利用率较3G有显著提升
- 终端：高清视频/游戏/朋友圈，爱不释手成烦恼~



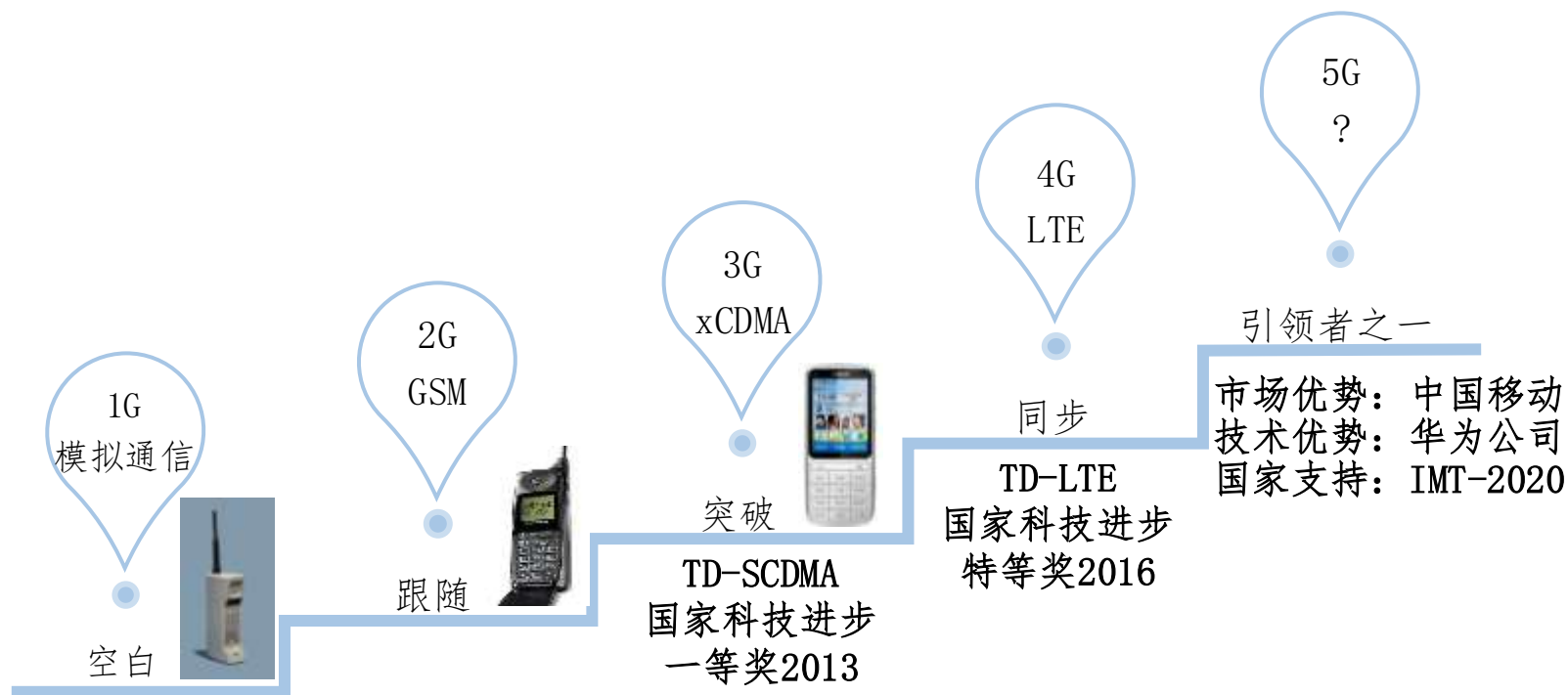
第五代移动通信

指标名称/	流量密度	连接数密度	时延	移动性	能效	用户体验速率	频谱效率	峰值速率
4G参考值	0.1Tbps/Km ²	10万/km ²	空口 10ms	350Km/h	1倍	10 Mbps (urban/sub urban)	1倍	1Gbps
5G取值	10Tbps/Km ²	100万/Km ²	空口 1ms	500Km/h	100倍提升（网络侧）	0.1-1Gbps	3倍提升（某些场景5倍）	20Gbps





移动通信的技术演进



我国的移动通信——从跟随到引领