



未来移动通信

---资源的扩张---

软件学院

2021年5月17日



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



目录

- 一、移动通信的资源是什么？
- 二、代际演进是扩张还是利用？
- 三、未来的资源在哪儿？





土地资源——耕地



海洋资源——渔业



林业资源——森林

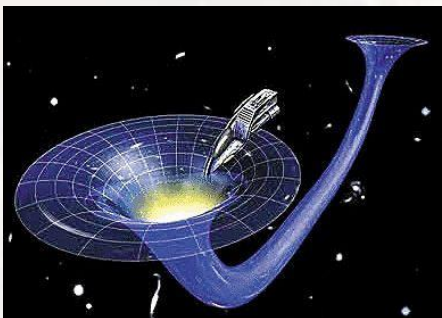


淡水资源——水库

资源的
有限性



女儿的书房—— (x, y, z, t)
 ——(长, 宽, 高, 现在时间)



虫洞—— (T) ——(过去, 现在, 未来)

+ **=**



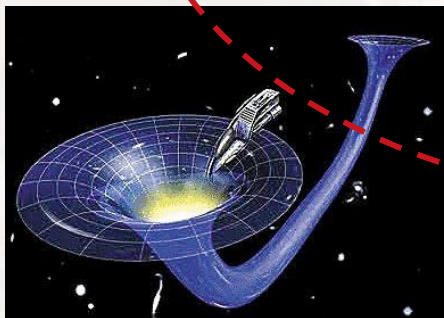
女儿的书房—— $(x, y, z, t) (T)$
 ——(长, 宽, 高, 过去/现在/未来)



上海交通大学
 SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

???通信

女儿的书房—— (x, y, z, t)
——(长, 宽, 高, 现在时间)



虫洞—— (T) ——(过去, 现在, 未来)

+

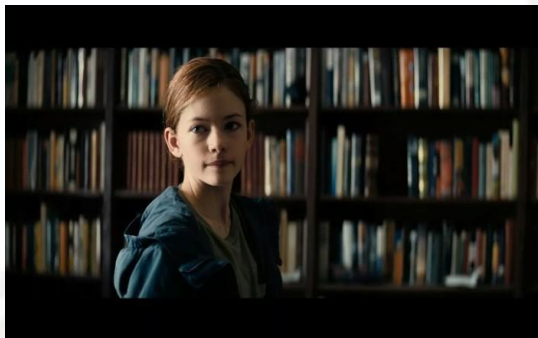
=

???通信

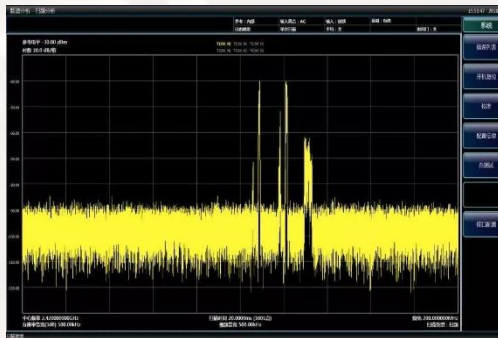
女儿的书房—— $(x, y, z, t) (T)$
——(长, 宽, 高, 过去/现在/未来)



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



实体空间域

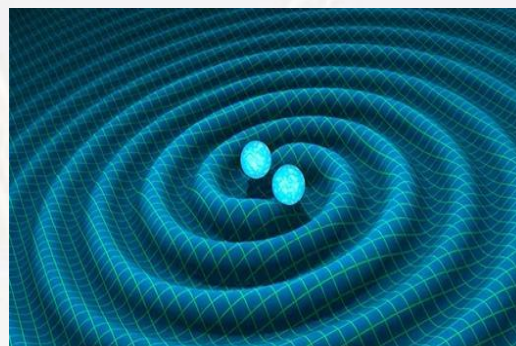
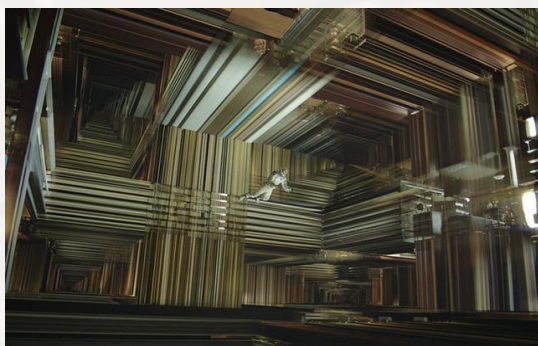


频谱空间域



收发装置

电磁波



引力波



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

Maxwell's Equations

$$\nabla \cdot E = 4\pi\rho$$

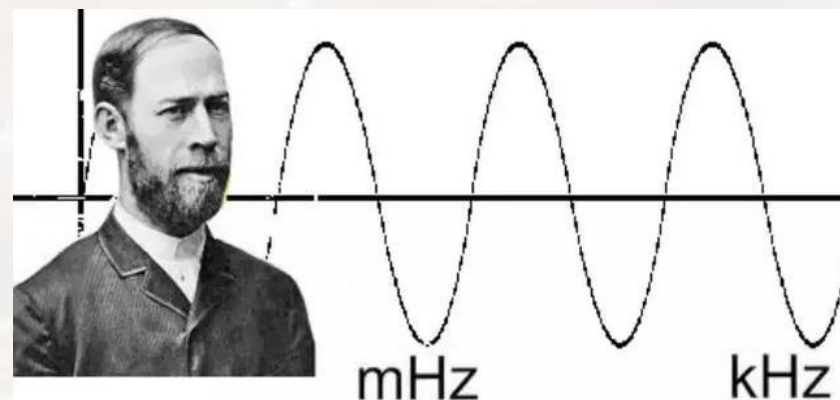
$$\nabla \times E = -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

$$\nabla \times B = \frac{4\pi}{c} J + \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t}$$



詹姆斯·麦克斯韦（1831—1879），
从理论上预测了电磁波的存在

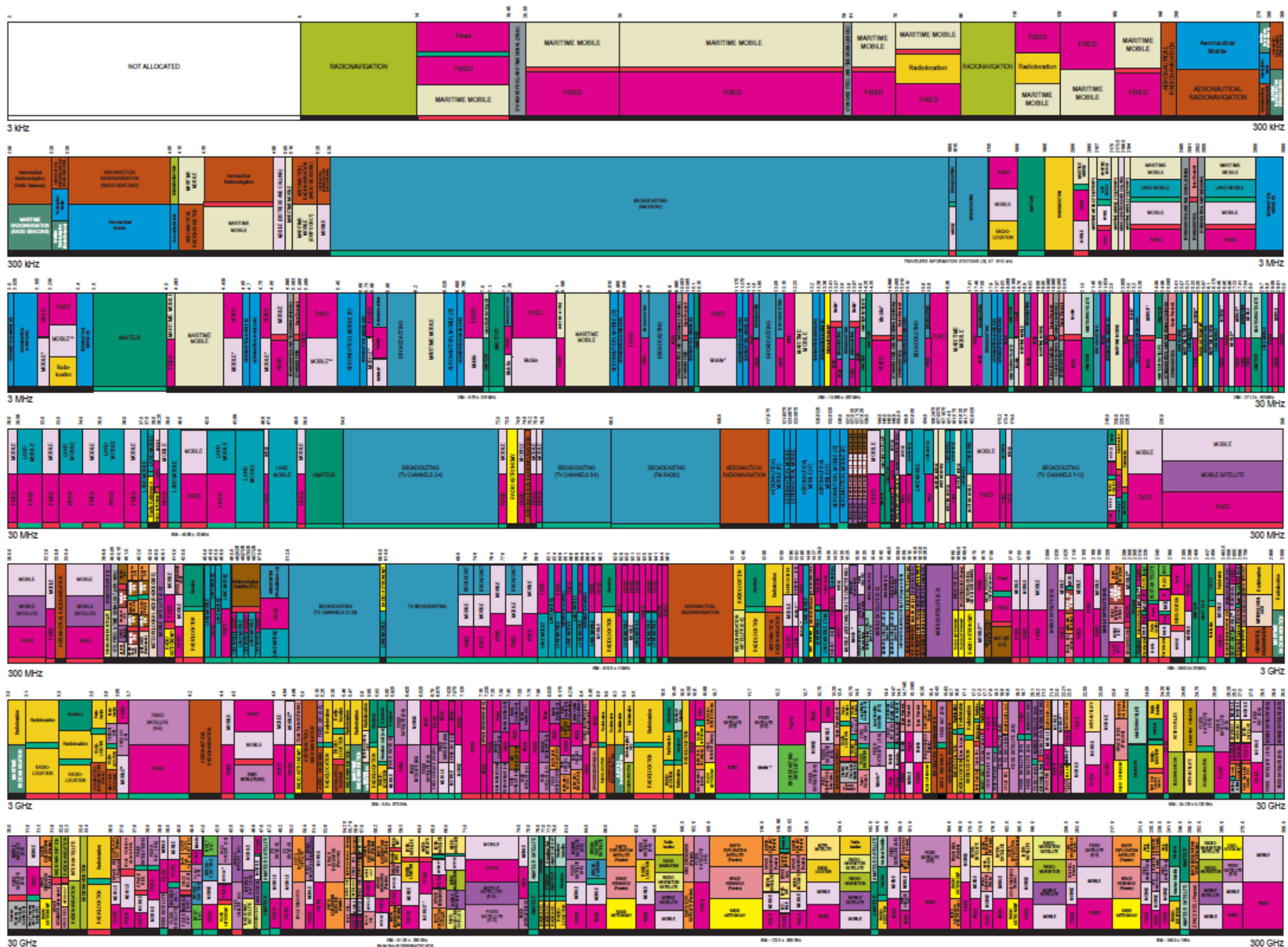


亨利希·赫兹（1857—1894），1887
年，赫兹在实验中证实了电磁波的存在



图1 赫兹实验







通信的5A目标

whoever、wherever、whenever、whomever、what - ever

即

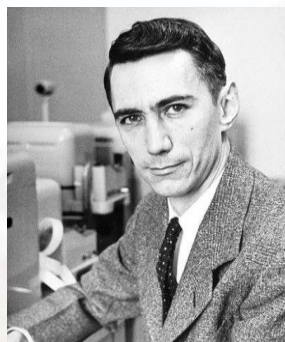
任何人可在任何时候、任何地方与任何人进行任何形式的通信

-----在人类社会活动所及范围内，
利用一起可用资源，保证通信容量和保障通信可靠性！



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

----- 点到点通信 -----



克劳德. 香农 (1916—2001)

$$C = B \times \log_2(1 + \frac{S}{N})$$

C : 系统容量
B : 信道带宽
S/N : 信噪比

AM, FM, VSB, QAM...

频域

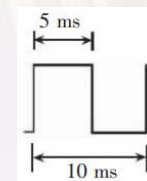
FDMA

OFDMA



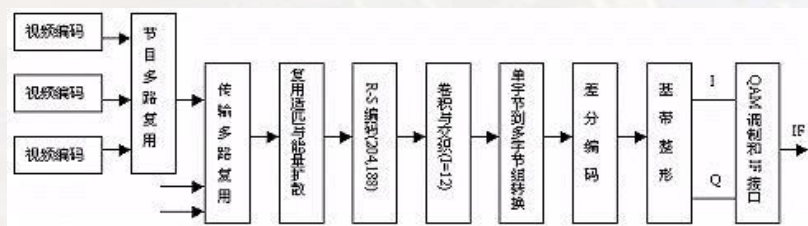
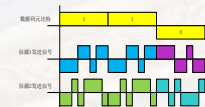
时域

TDMA



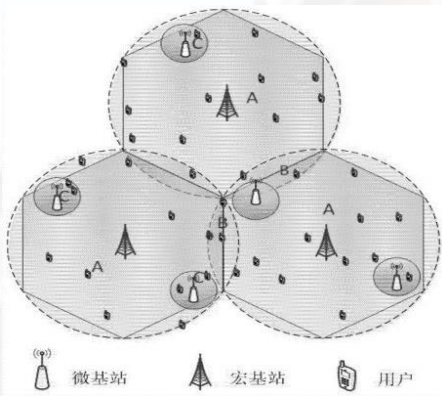
码域

CDMA



----- 多用户接入 -----

----- 蜂窝移动通信 -----



$$PL(\text{dB}) = 10 \lg \frac{P_T}{P_R} = -10 \lg \left[\frac{G_T G_R \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right]$$

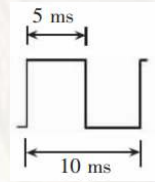
通信资源



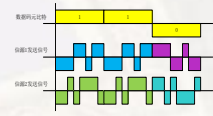
频域



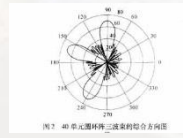
时域



码域



空域

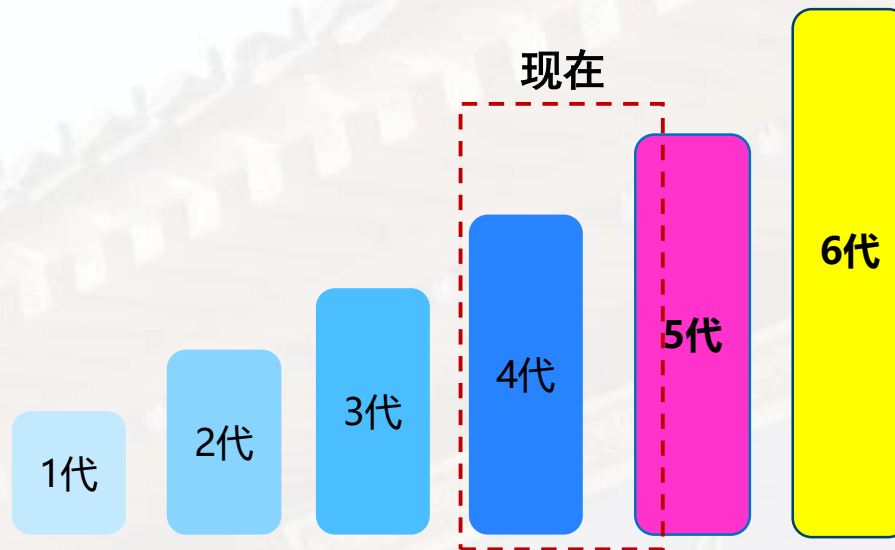




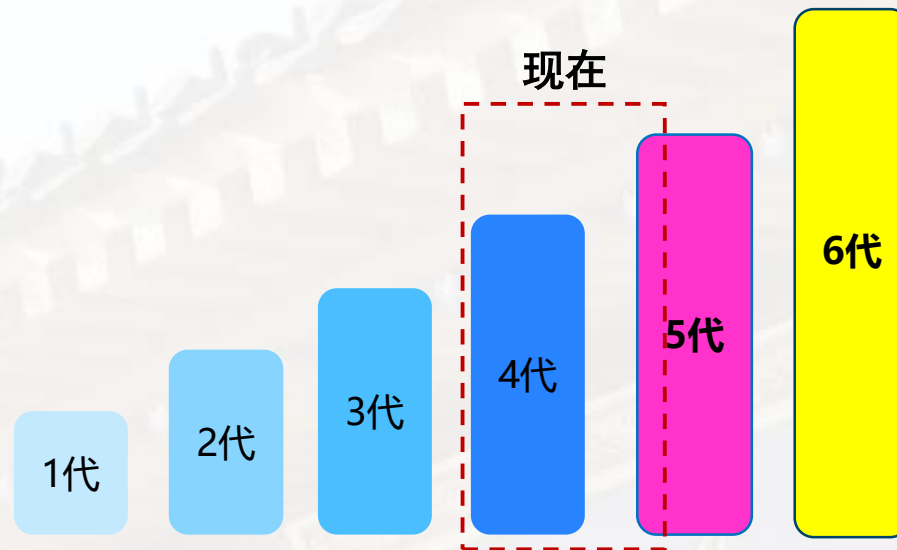
目录

- 一、移动通信的资源是什么？
- 二、代际演进是扩张还是利用？
- 三、未来的资源在哪儿？



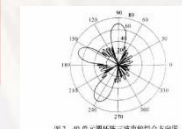
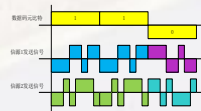
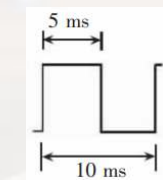
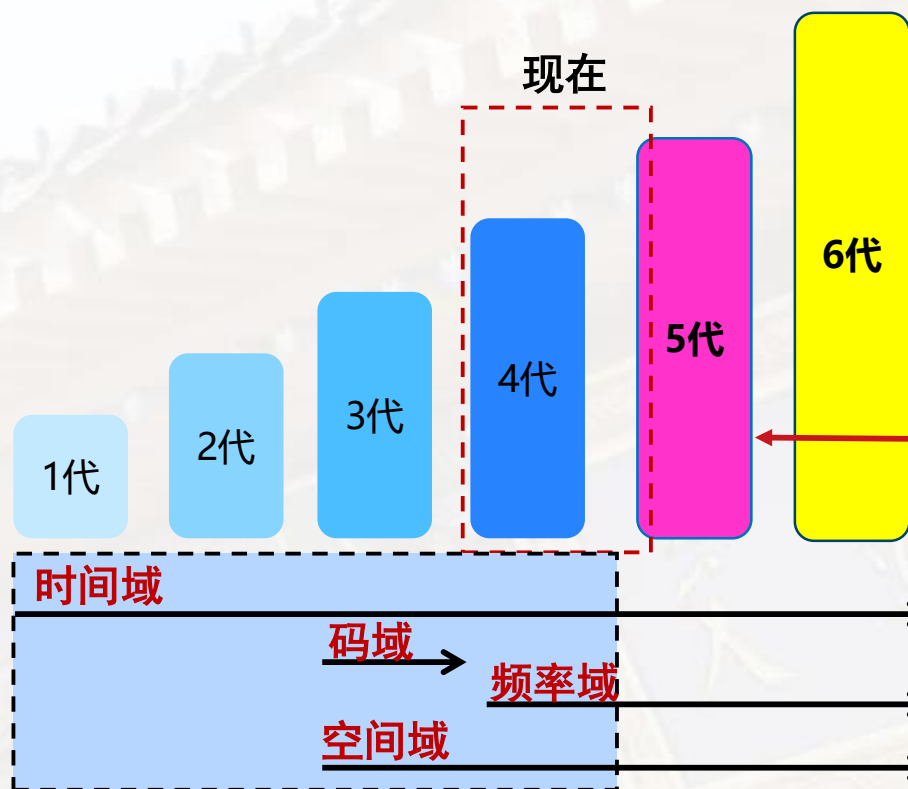


- 第一代：；
- 第二代：；
- 第三代：；
- 第四代：；
- 第五代：。



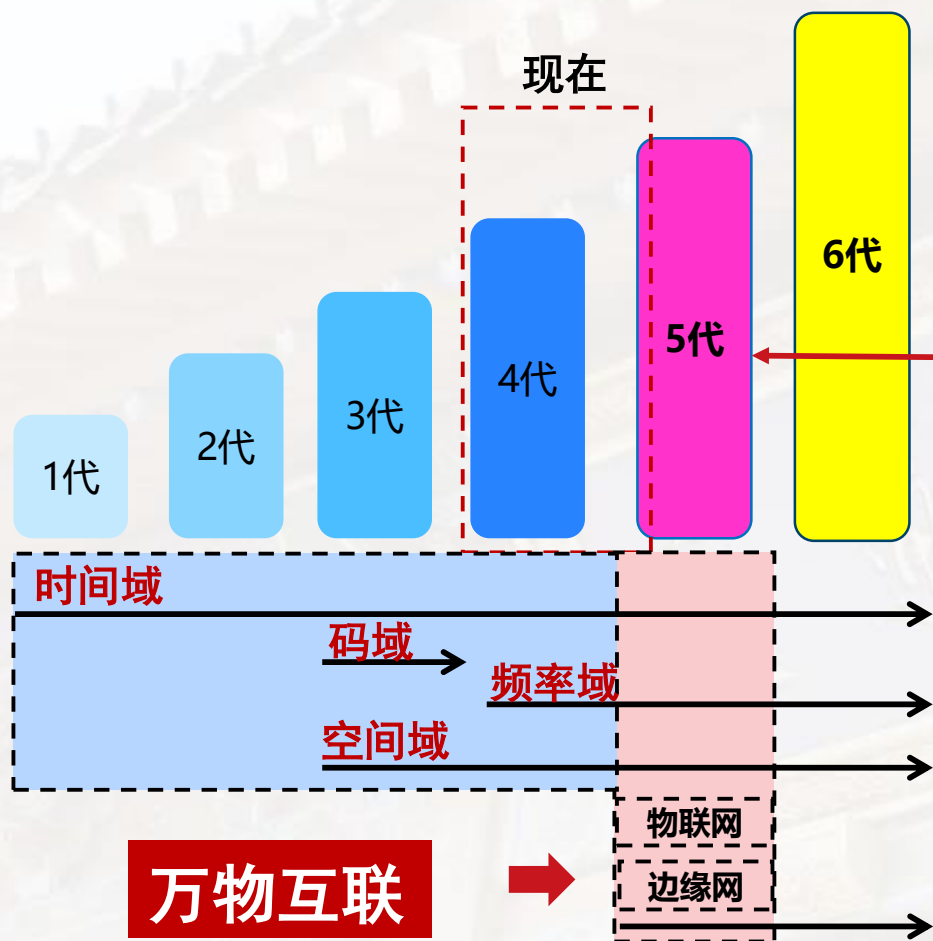
- 第一代：模拟+频分；
- 第二代：GMSK+TDMA；
- 第三代：QAM+CDMA+智能天线；
- 第四代：QAM+OFDM+MIMO；
- 第五代：QAM+OFDM+NOMA+毫米波+MASSIVE MIMO+密集蜂窝小区。

----- 接入网的代际演进 ----- 深度发掘频谱/空间资源



5G提出了一个口号：
? ? ?

----- 接入网的代际演进 -----



5G 一个关于容量的问题：
? ? ?





传感网

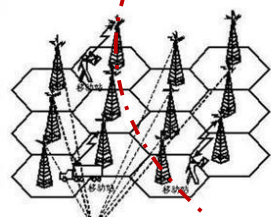


车联网



应急通信网

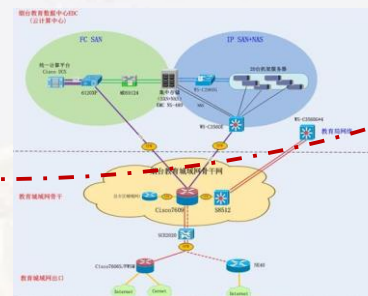
万物互联下，异构网络资源更为丰富，但如何保证容量，保障可靠性？



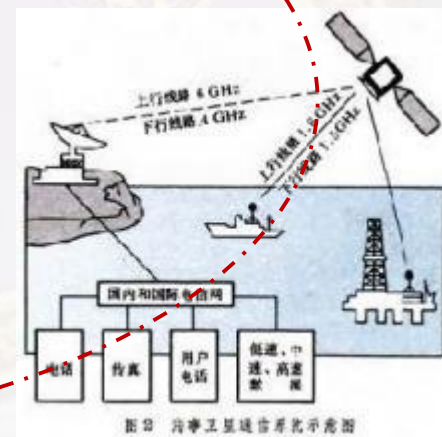
蜂窝通信网



工业互联网



数据中心网

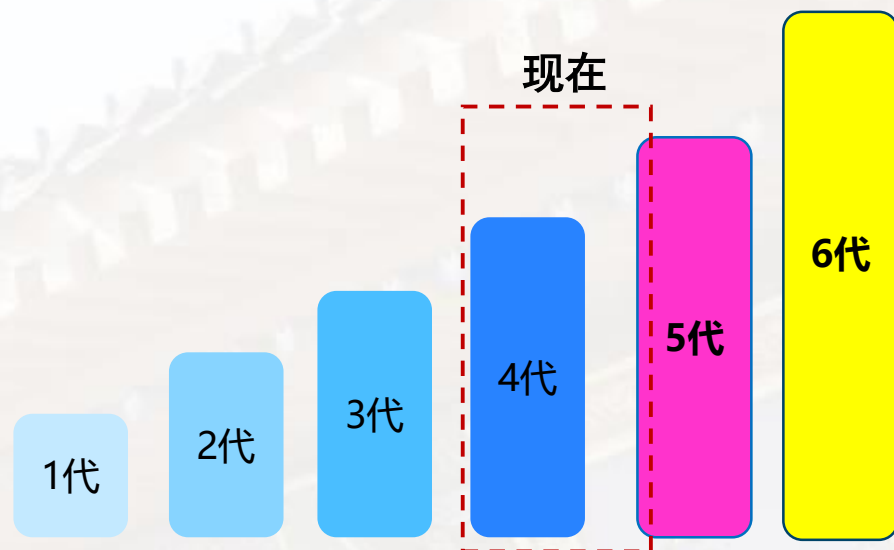


海事卫星网



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

-----核心网的代际演进-----计算，存储资源的加入



电路交换

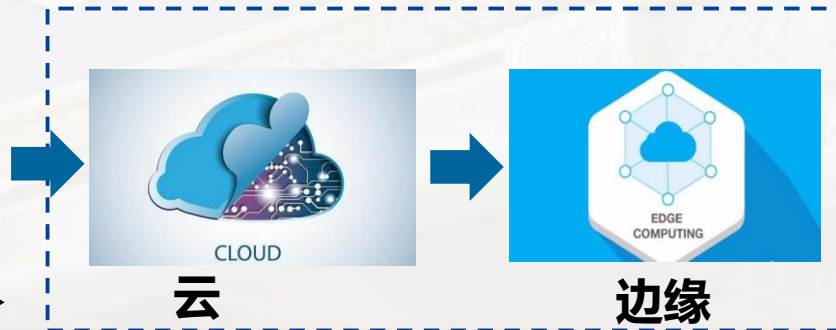
分组交换

全IP交换

计算

存储

- 万物互联下，网络异构性，使得交换，将不仅仅是完成路由寻址这个单一功能。
- 核心网的演进，正在趋向更为灵活的资源使用方式——？？



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



目录

- 一、移动通信的资源是什么？
- 二、代际演进是扩张还是利用？
- 三、未来的资源在哪儿？





??



??



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



星链



深空

人类社会活动所及之处，正在不断延伸



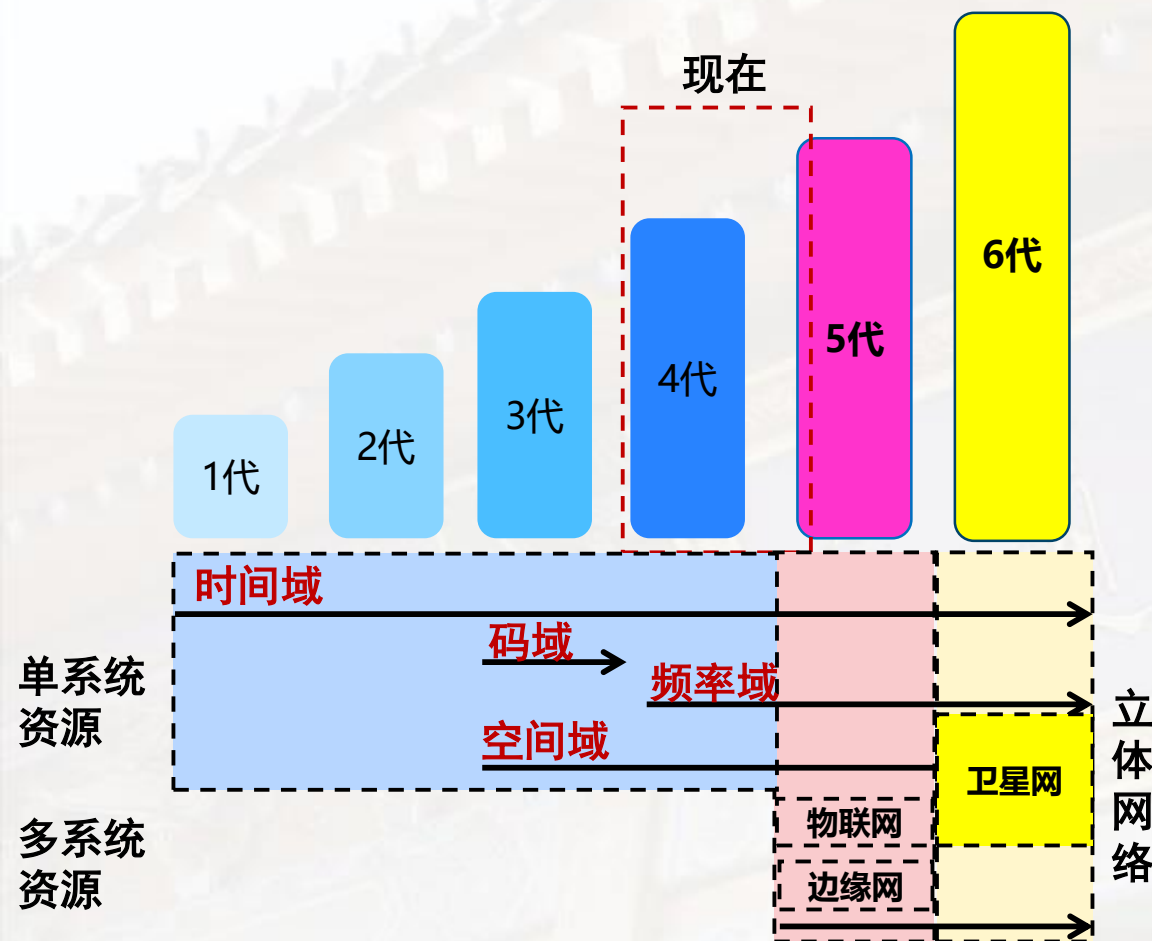
图 11 列出了不同应用场景下的网络性能指标需求和潜在使能技术。



图 11. 2030+网络性能指标需求及潜在技术

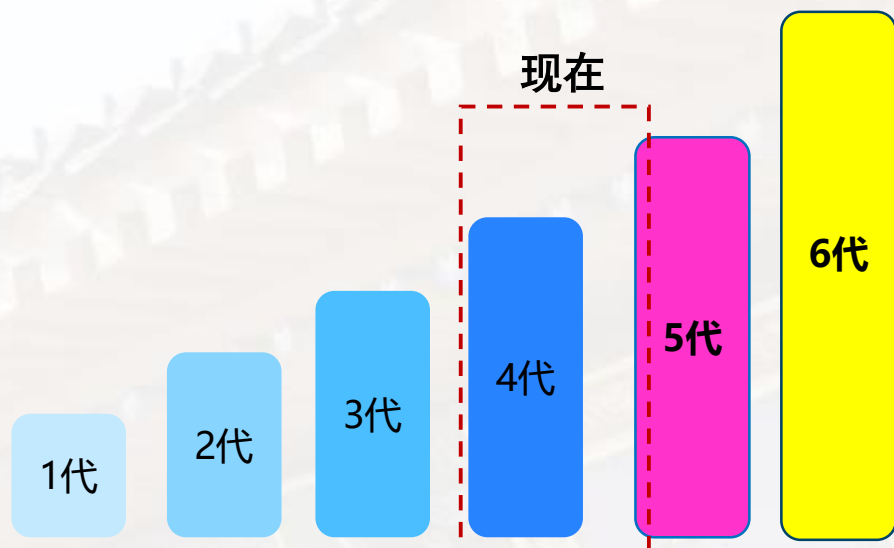


----- 接入网的代际演进 ----- 重点挖掘空间资源



- 单系统通信信号处理研究延续，如全频段接入
- 小尺度空间，如智能反射体等。
- 大尺度空间，深度挖掘空间资源，寻求来自卫星系统的资源补充，网络层级从平面走向立体。

-----核心网的代际演进-----吸纳计算，存储资源



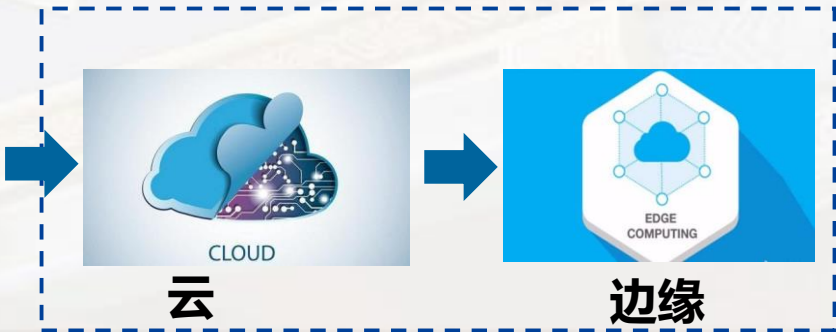
▪ 万物互联下，庞大且多样化的服务对象，需要网络寻求网络管控的灵活性，将计算和存储资源纳入通信资源的范畴

电路交换

分组交换

全IP交换

计算 →
存储 →





未来需要我们的想象力！



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

谢谢!



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

