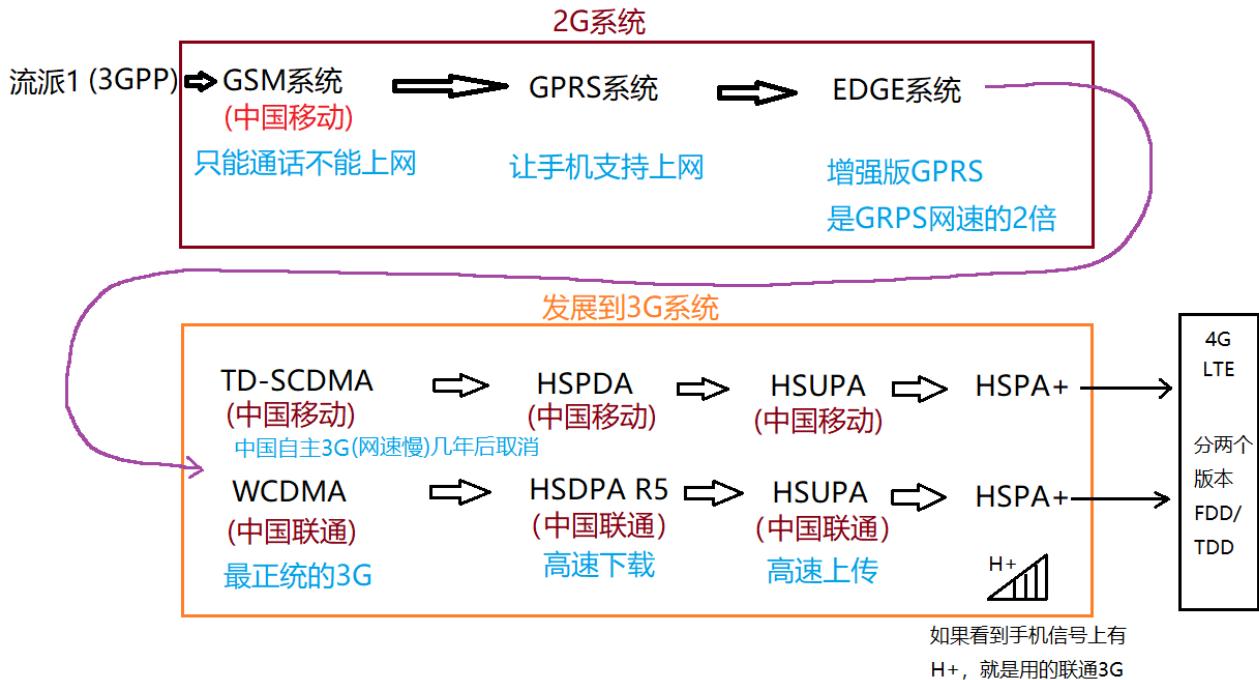


移动通信技术

作者: 向仔州

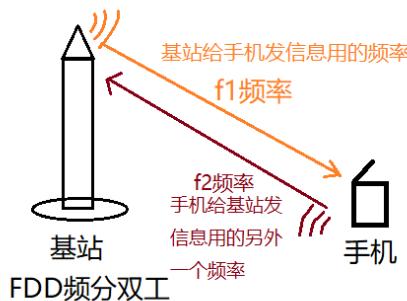
移动通信历史.....	2
蜂窝移动数据概念.....	4
信号, 噪声, 与干扰.....	7
香农定理.....	8
dBm 和 dB 在手机信号上表示.....	9
天线介绍.....	10
天线增益.....	11
无线通信频段图.....	13
多址技术.....	13
调制概念.....	15
TDD 和 FDD 频段概念.....	18
Wifi 6 介绍.....	20
MU MIMO 多用户多入多出.....	22
信号质量评估.....	27
Sinr 判断信号是否有干扰.....	30
4G 载波聚合.....	32
室内分布系统.....	36

移动通信历史



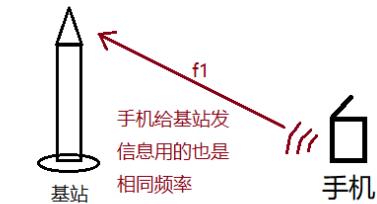
FDD 和 TDD 的区别

FDD,TDD都属于双工模式



在同一秒钟基站发给手机的频率和手机发送给基站的频率不同，所以不存在上传和下行拥挤，网速很快

这种频分模式，因为下载和上传不是同频使用，所以手机和基站不存在相互干扰情况



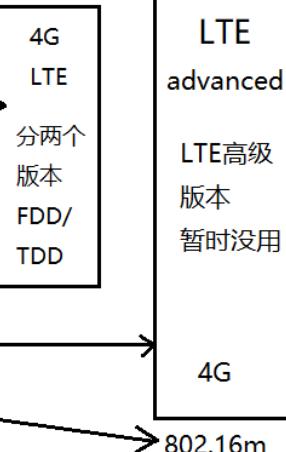
因为基站和手机都在同一个频率赛道相互发送，所以只有把时间交错开，第1秒基站给手机发，第2秒手机给基站发，这样效率就要低很多，当然相互发送是ms毫秒级别，你感觉不出来

FDD 系统是联通和电信，TDD 系统是中国移动。所以联通电信是有技术优势的。移动网速就要慢些。

流派2

美国高通 CDMA \Rightarrow CDMA \Rightarrow CDMA 2000 \Rightarrow EV-DO
(IS95) 2000 1x 3G版本 3G网速增强
2G版本 支持上网

中国电信2G, 3G使用的就是高通公司的技术路线



流派3 WiMAX \Rightarrow 802.16d \Rightarrow 802.16e

基于wifi技术来实现的 小众技术，用的很少

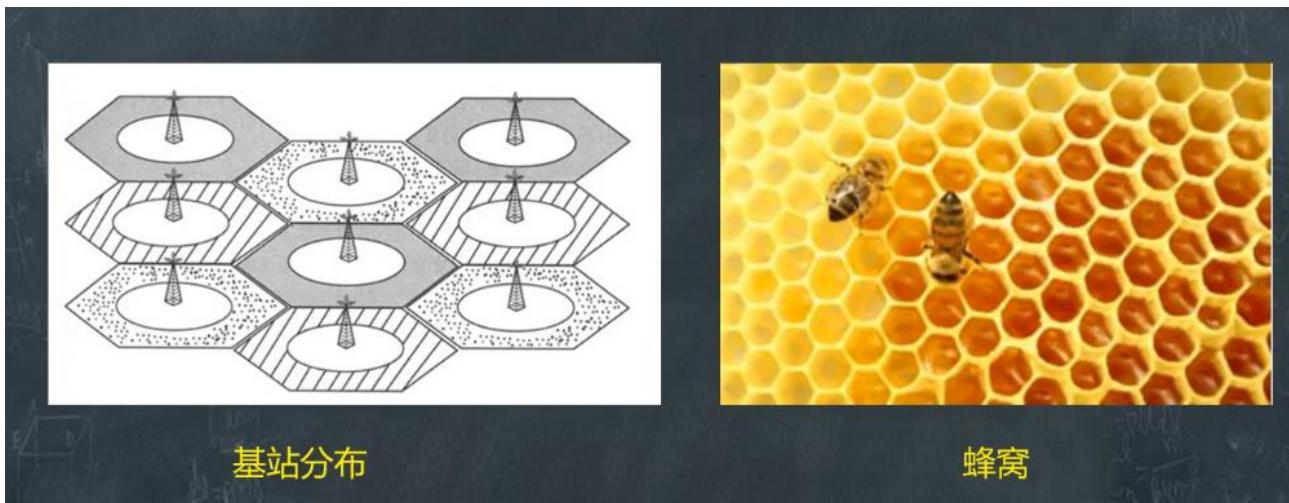
802.16m

4G 网速多快

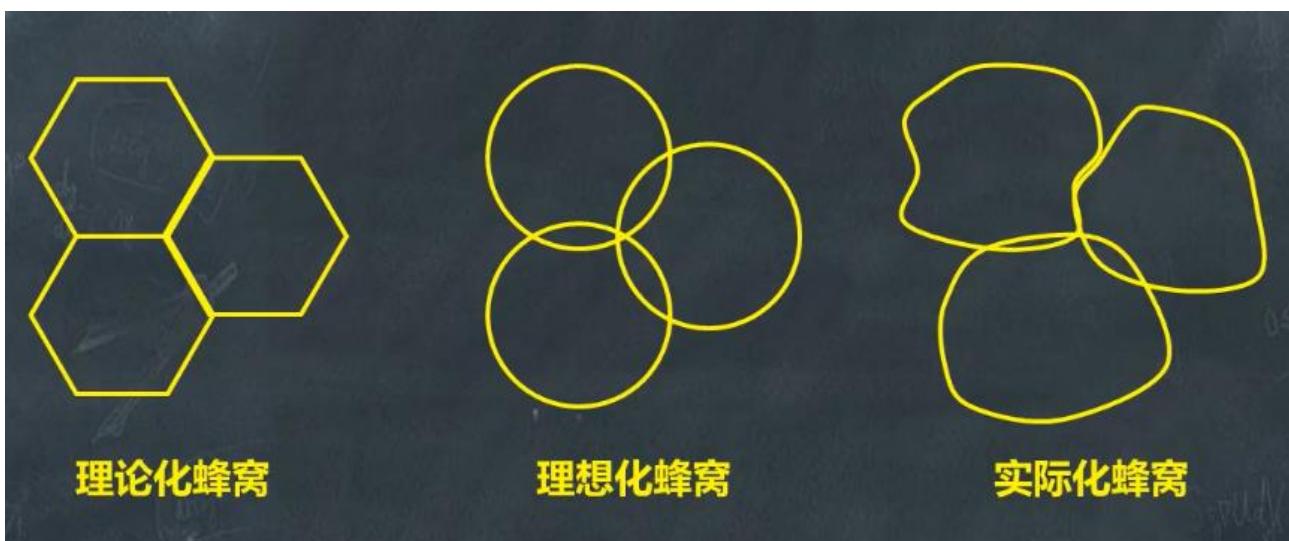
理论上是 100Mbps 每秒，记住是小 “ b ”，也就是 bit，所以换成字节还要 $100\text{Mbps}/8$ 。

迅雷下载的速度是大 B 每秒，也就是 Byte 字节。如果 5MB/s，就是每秒 5M 字节。

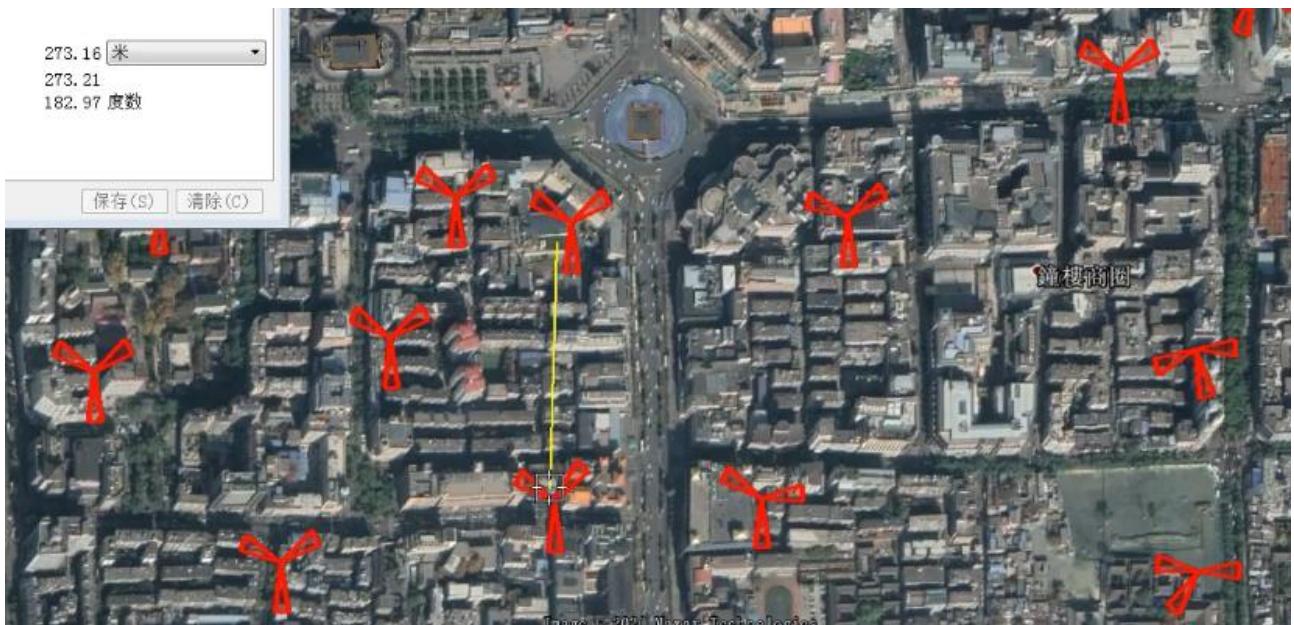
蜂窝移动数据概念



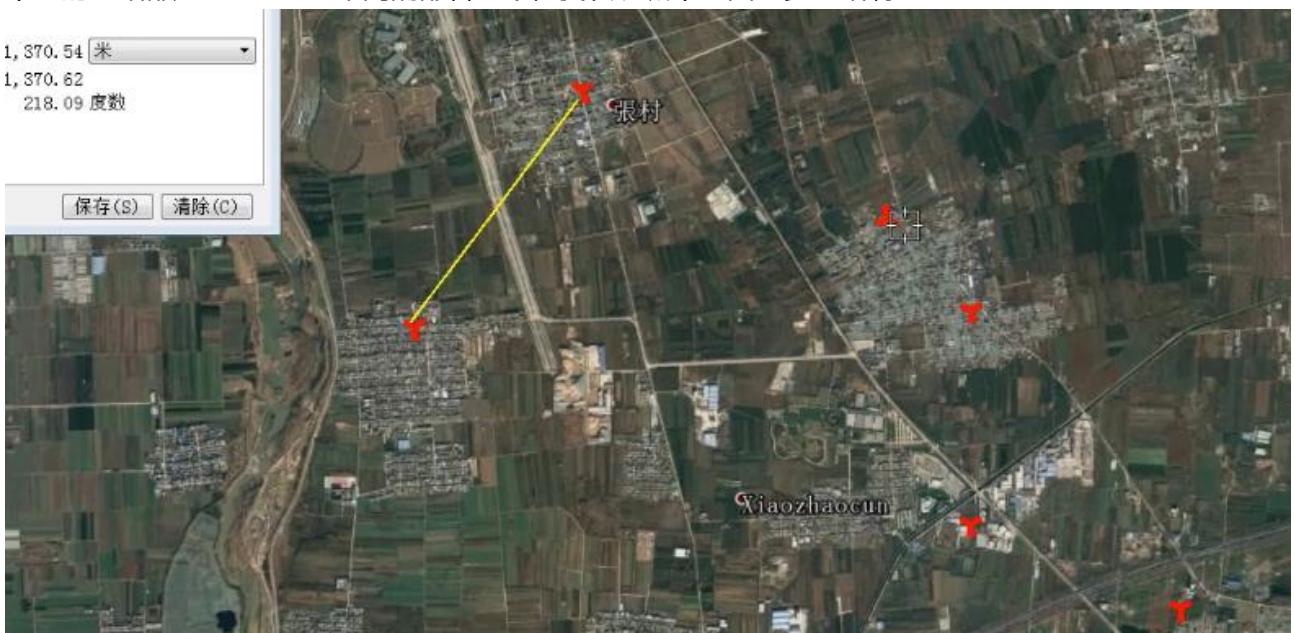
基站设计成六边形辐射效果，就有点像蜂窝的六边形；



这就是市区基站的样子，都是安装在楼上。一栋楼这么多基站，可能是几个运营商的基站在一起。



市区的基站都是 200~300 米间隔部署一个，我发现城市里面好多基站啊。



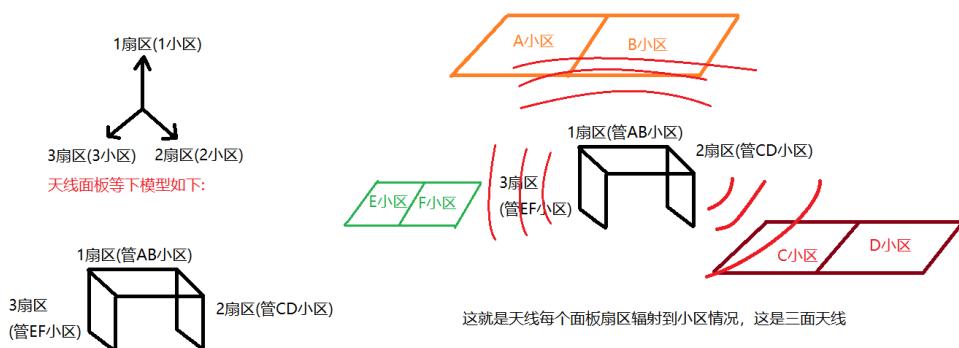
农村，郊区基站就在 1000 多米间隔部署一个。

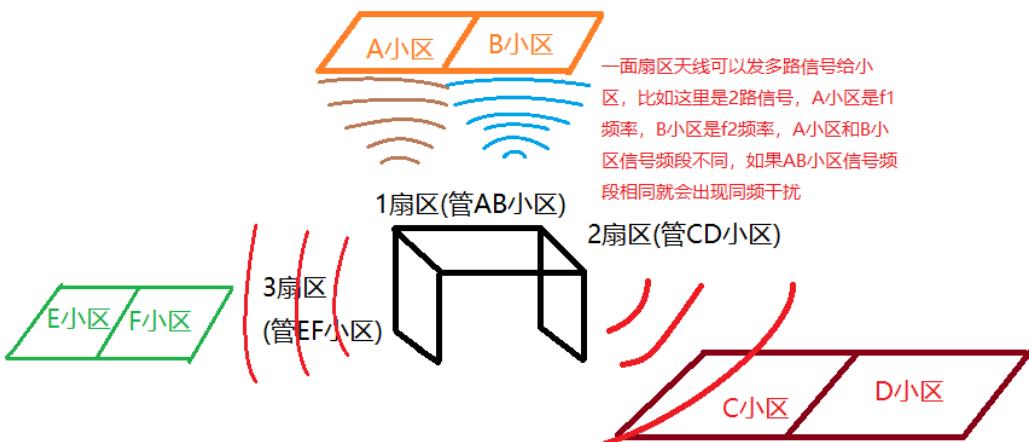
为什么有些基站是两面天线，有些基站是三面天线？这是为了防止基站与基站之间同频信号干扰。

小区(Cell)和扇区(Sector)的区别

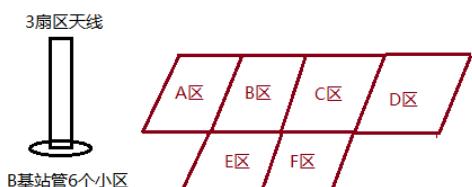
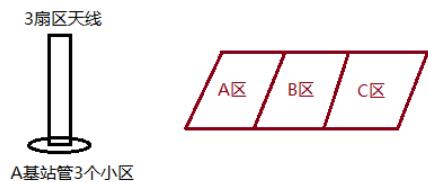
一个扇区一个天线，三个扇区就是三面天线。

Cell 小区：是扇区发送的信号。



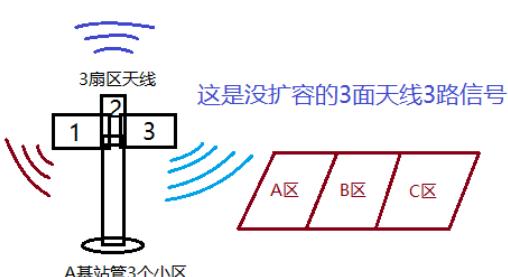


不同的基站，容量不一样



这说明B基站容量比A多

怎么理解？

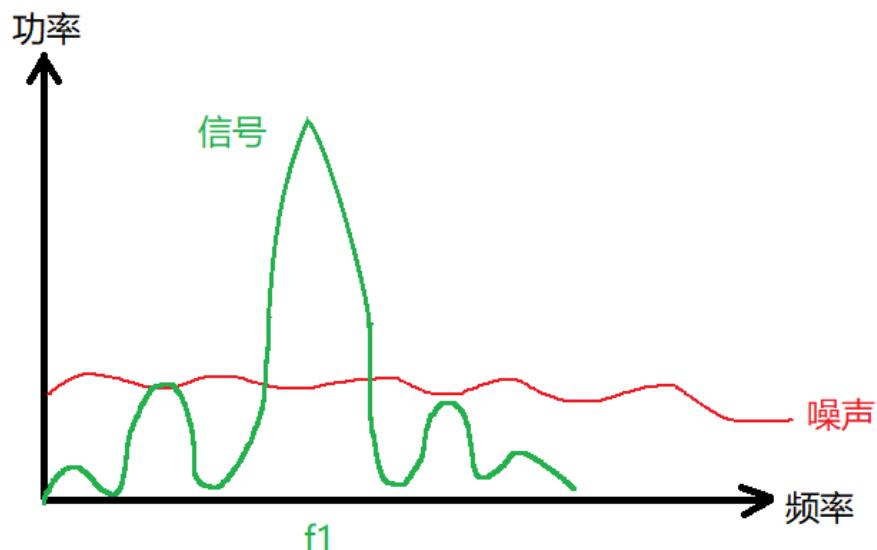


下面我是6个小区，也只有3面天线怎么办呢？

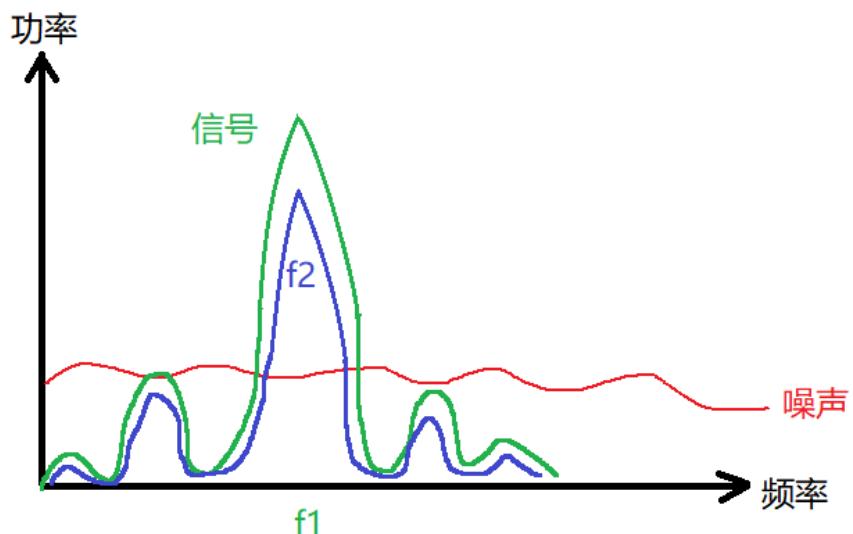


所以扩容，就是让1个扇区发出两个以上的频段信号

信号, 噪声, 与干扰



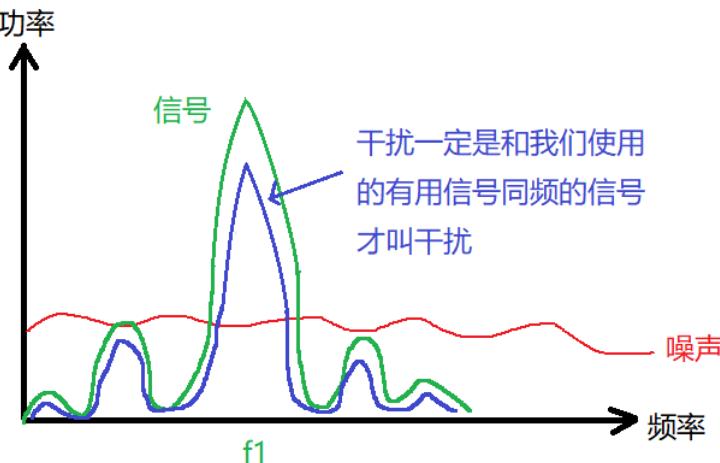
f1是我们正在使用的有用信号



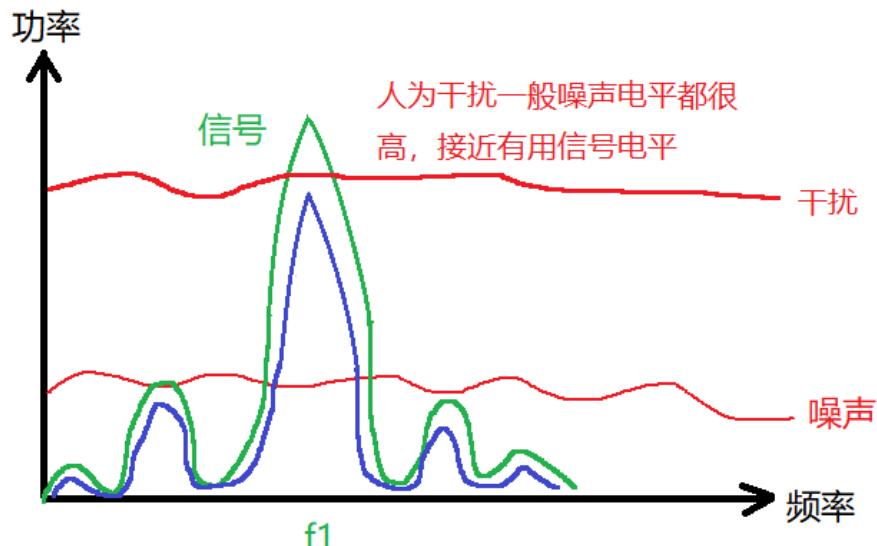
f1是我们正在使用的有用信号

f2是突然出现了和我们f1频率一样的其它噪声或者语音信号

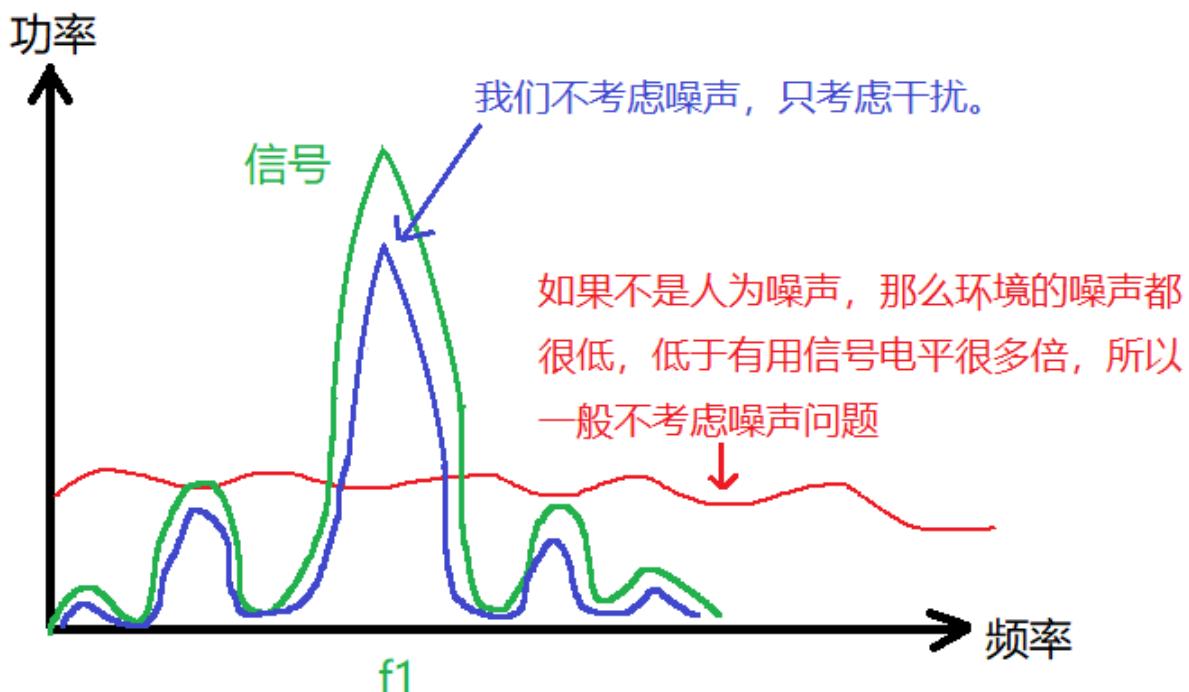
这个 f_2 的信号就是干扰。



如何制造人为干扰



一般在高考, 或者军用领域, 用一个扫频发射机发送全频段的信号频率, 同时提高频率噪声。让噪声电平高于有用信号电平(记住一定是噪声和有用信号同频率, 才能干扰), 这样就可以干扰。



香农定理

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

C: 网速

B: 带宽

S/N: 信噪比

带宽 B 越大，网速越大

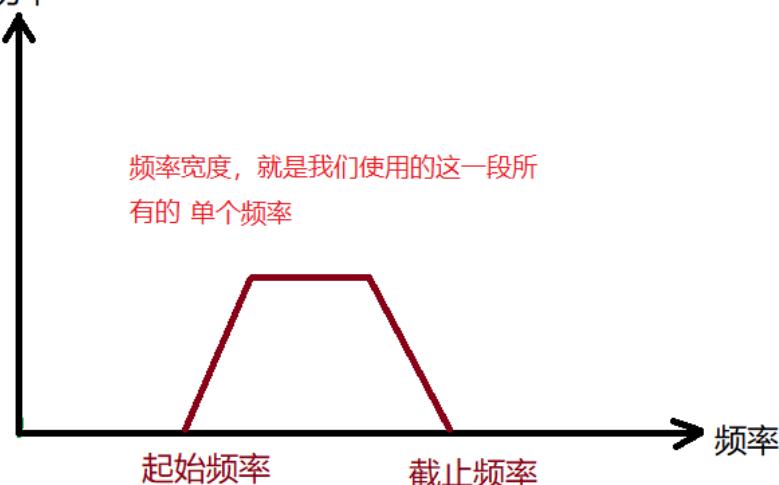
S/N 结果变大，网速越大

所以网速和带宽与信噪比有关

香农定理带宽概念：生活中办的带宽，比如 100M/s，在香农定理里面不能这么理解。

香农定理的带宽是指频率宽度：

功率



dBm 和 dB 在手机信号上表示

dbm与mW(耗瓦)换算关系 $A_{dbm} = 10\lg P$

A: 是多少dbm

P: 是多少mW

手机接收到的信号强度：

- 40dBm 为 0.0001mW

- 50dBm 为 0.00001mW

- 70dBm 为 0.0000001mW

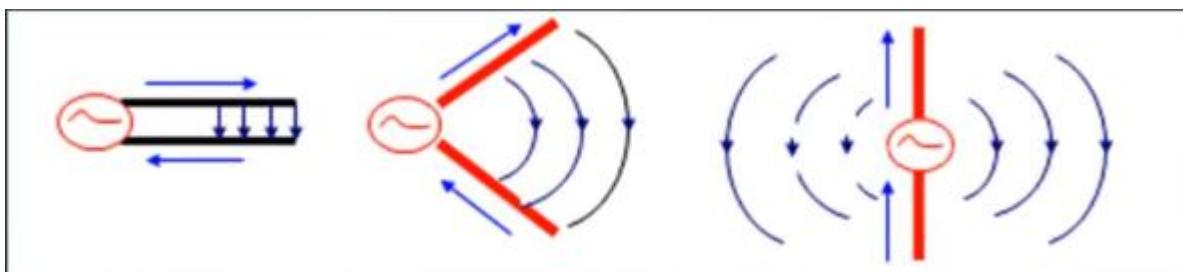
GSM手机最大发射功率为2W (33dBm)

CDMA手机最大发射功率200mW(23dBm)

10mW为10dBm

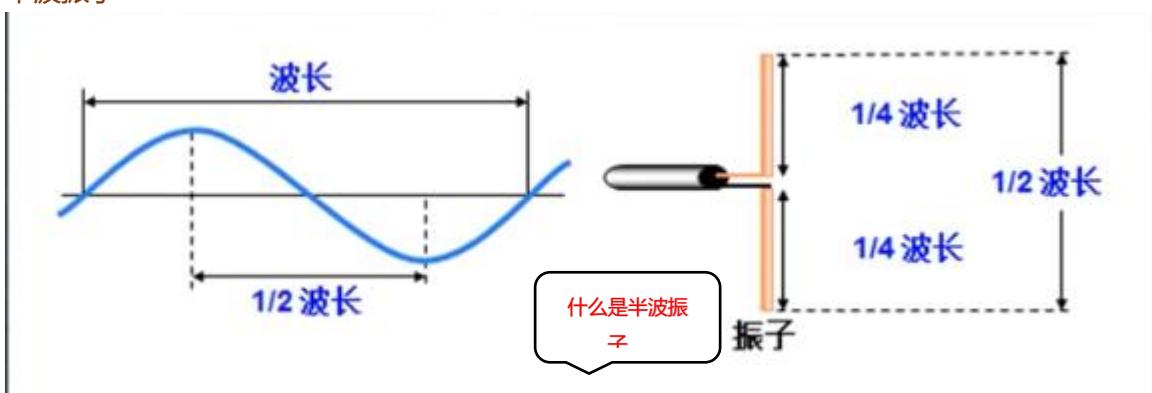
100mW为20dBm

天线介绍

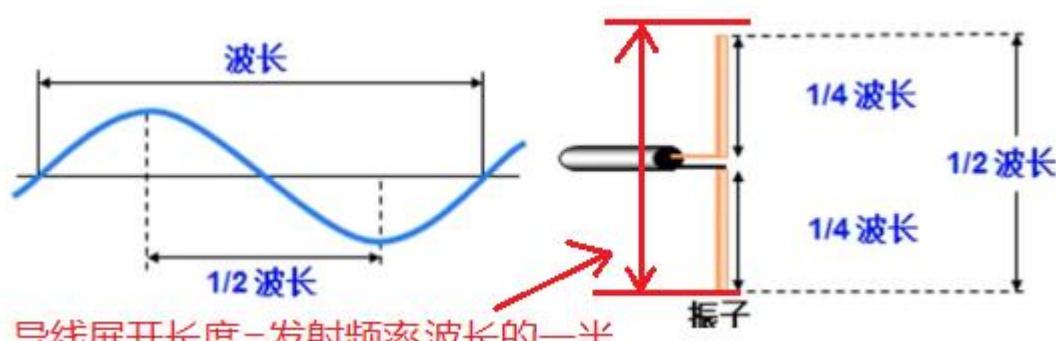


天线中，这两个红色的导线张得越开，对外辐射的范围就越大，但是辐射的距离一定远哦。

半波振子



什么是半波振子？



所以结论就是振子等于 $1/2$ 波长(λ)

$$\lambda = \frac{V}{f} \quad \text{振子} = \frac{1}{2} \lambda$$

λ : 波长

V: 波速

f: 频率

振子越大，波长约大，电磁波频率约小(所谓的长波)

2G 频段 在 900Mhz

4G频段 在2000Mhz以上

我们发现2G频率比4G频率低，那么

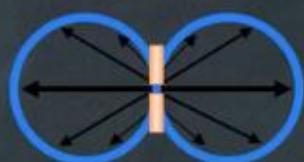
2G天线的振子就要比4G大很多，所以

2G天线比4G大

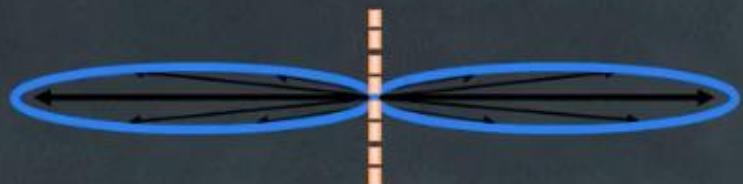
波速也就是光速 = $3 \times 10^8 / s$

天线增益

- 板状天线的高增益是通过多个基本振子排列成天线阵而合成。



例：1个 对称振子
接收功率：1mW



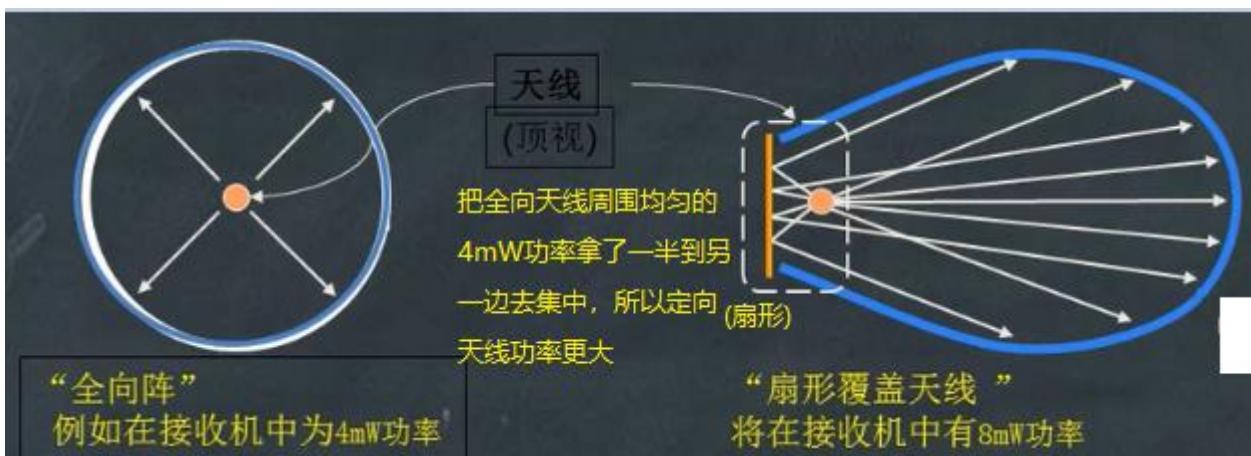
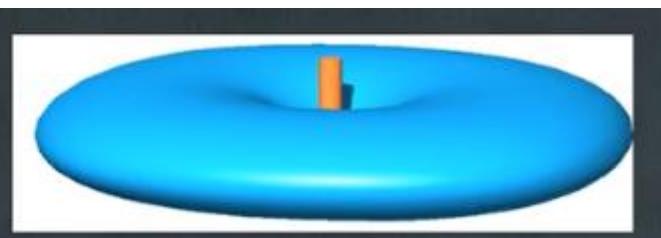
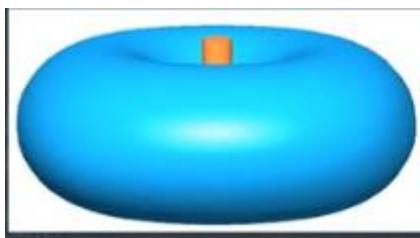
4个对称振子组阵
接收功率：4 mW

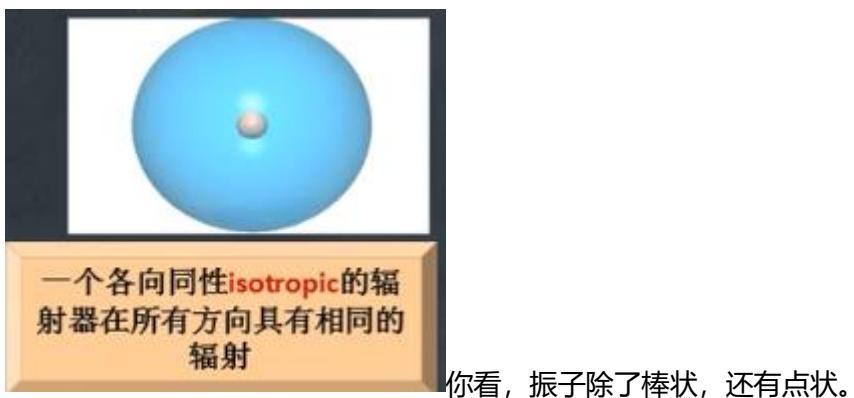
天线增益换算 $0 \text{dBd} = 2.15 \text{dBi}$

如果是 3dBd 那么就是 $3 \text{dBd} + 2.15 \text{dBi} = 5.15 \text{dBi}$

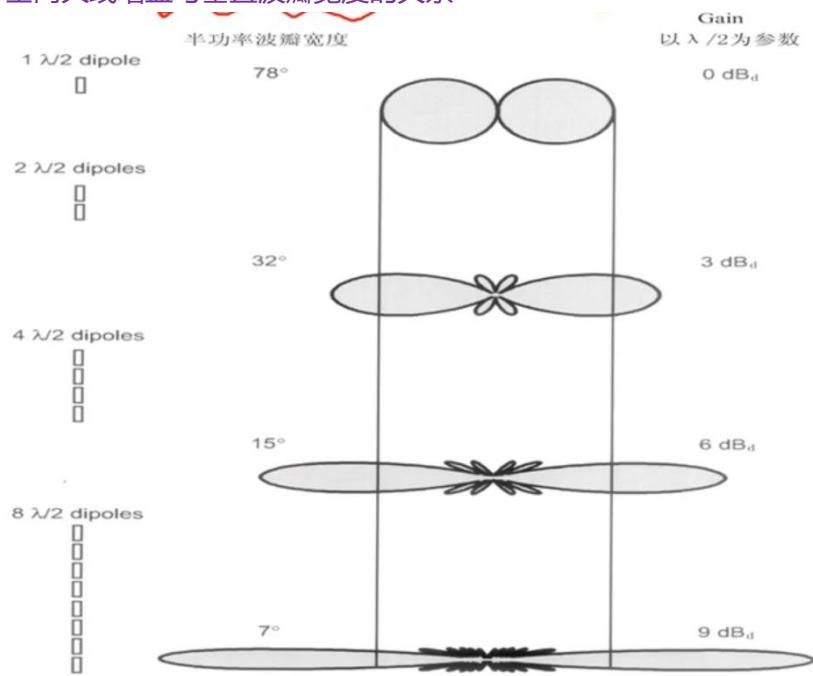
$$\text{GAIN} = 10 \lg \frac{4 \text{mW}}{1 \text{mW}} = 6 \text{dBd} = 8.15 \text{dBi}$$

这 8.15dBi 就是天线增益



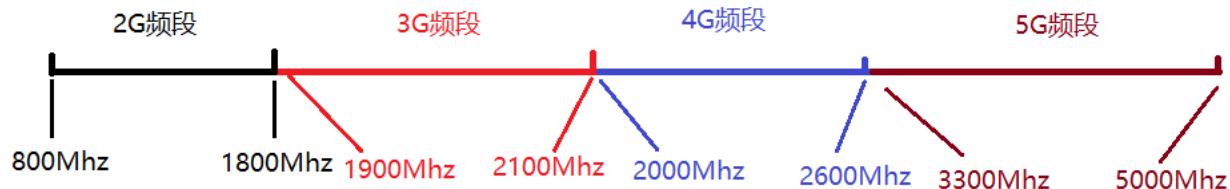


全向天线增益与垂直波瓣宽度的关系



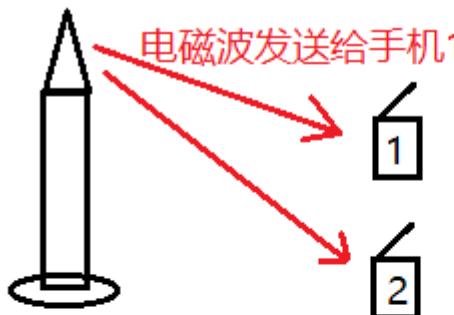
天线增益越大，垂直波瓣宽度约窄。

无线通信频段图



频率越高，绕射能力越弱，穿透力越低，所以低频收发距离远，高频收发距离近。

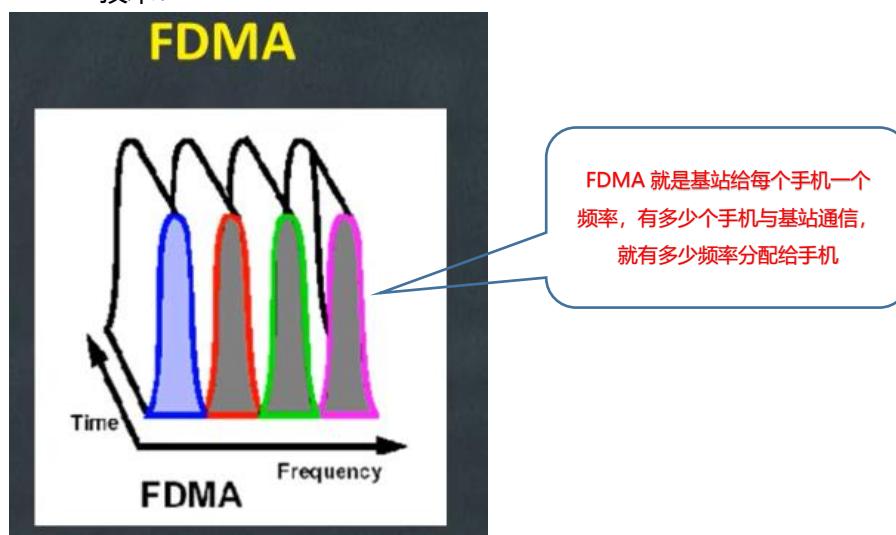
多址技术

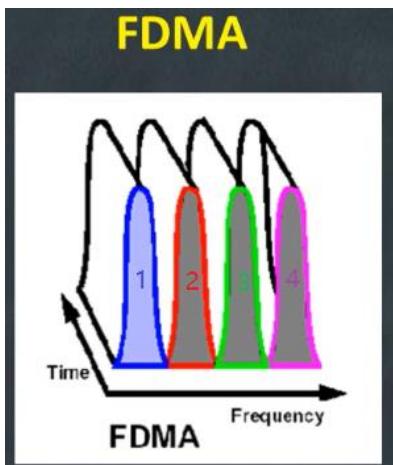


那么手机2也是能收到同频段电磁波的

多址技术就是基站发送给手机信号的时候，如何区分这个信号是发给1号手机，还是2号手机

FDMA 技术：

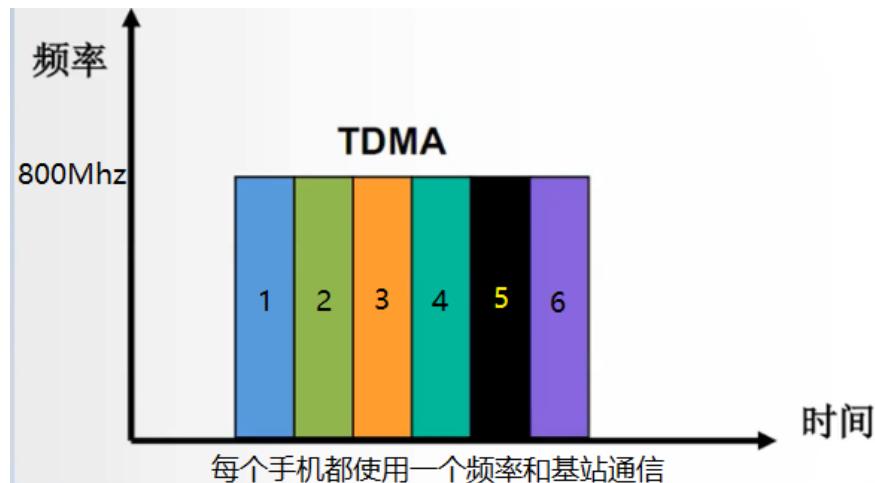




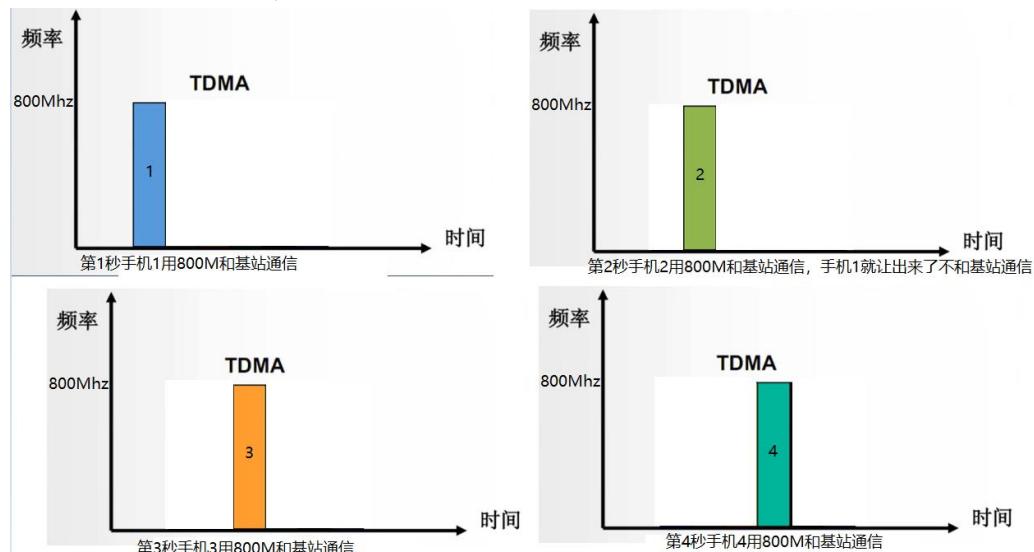
你看，我跟 1,2,3,4 号手机每个分一个频点，这 4 个手机就可以一直用这 4 个频段。

FDMA 这个技术就有一个问题了，如果成千上亿部手机连接基站，基站有这么多频点拿出来分吗？
如果基站把这些频点重复分配给更多的手机，那么两个手机在同时打电话，是不是就形成同频干扰了呢？

所以 TDMA 就出现了，TDMA 时分多址

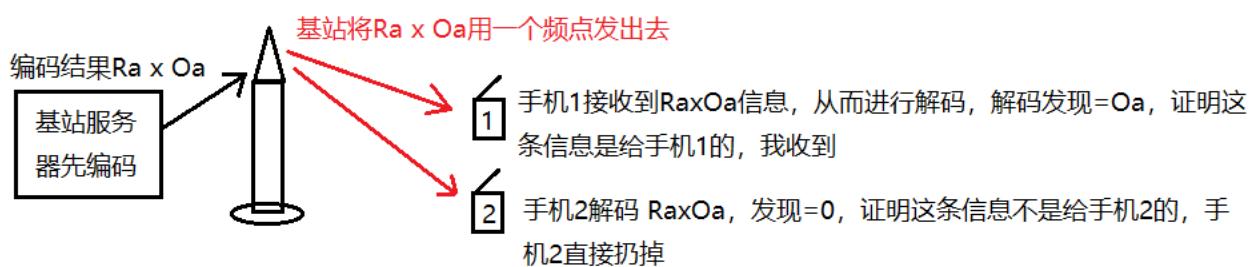


但是手机们都是挨着顺序去用这个频率



就这样用 6 秒时间让 6 个手机与基站通信完，然后在第 7 秒又回到手机 1 和基站通信，如此循环。
实际这个循环时间在 us 微妙，ms 毫秒级，所以你感觉不出来。这样频点消耗就很少。

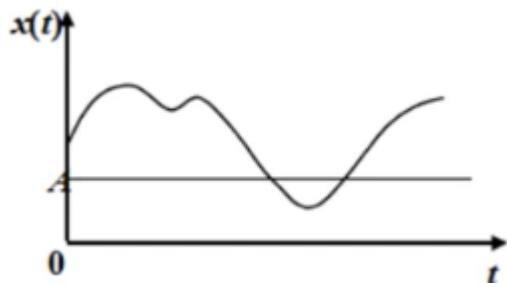
CDMA(码分复用)技术解决 TDMA,FDMA 问题



如果有无数个手机，都是通过这种方式来解码，看看是不是自己需要的信息。这样我基站发送一个频点的信号，就能和很多手机进行通信

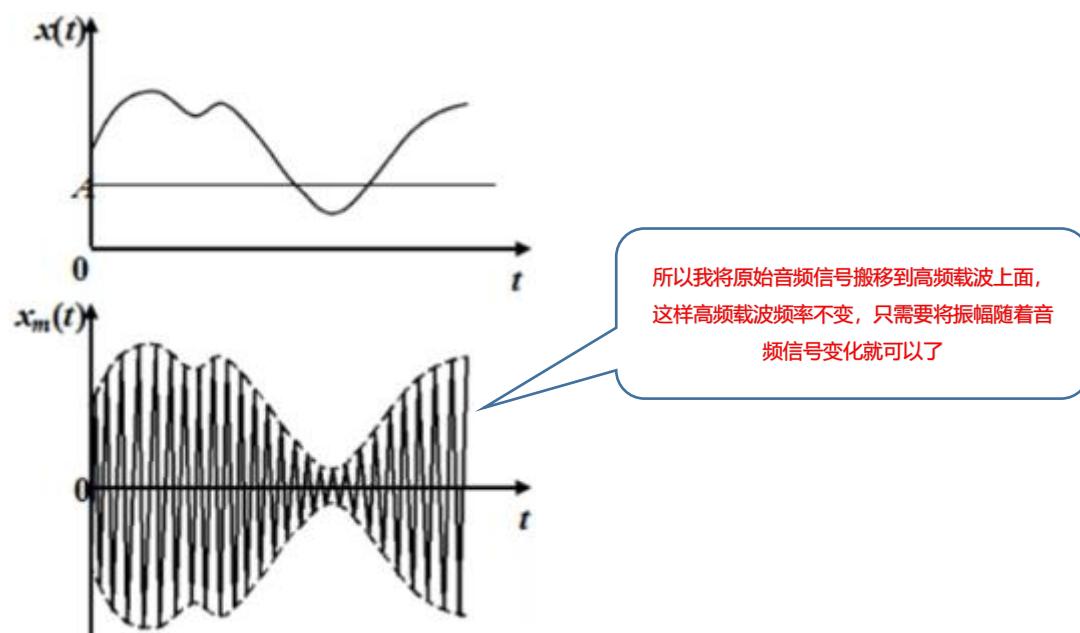
调制概念

模拟信号载波调制方式



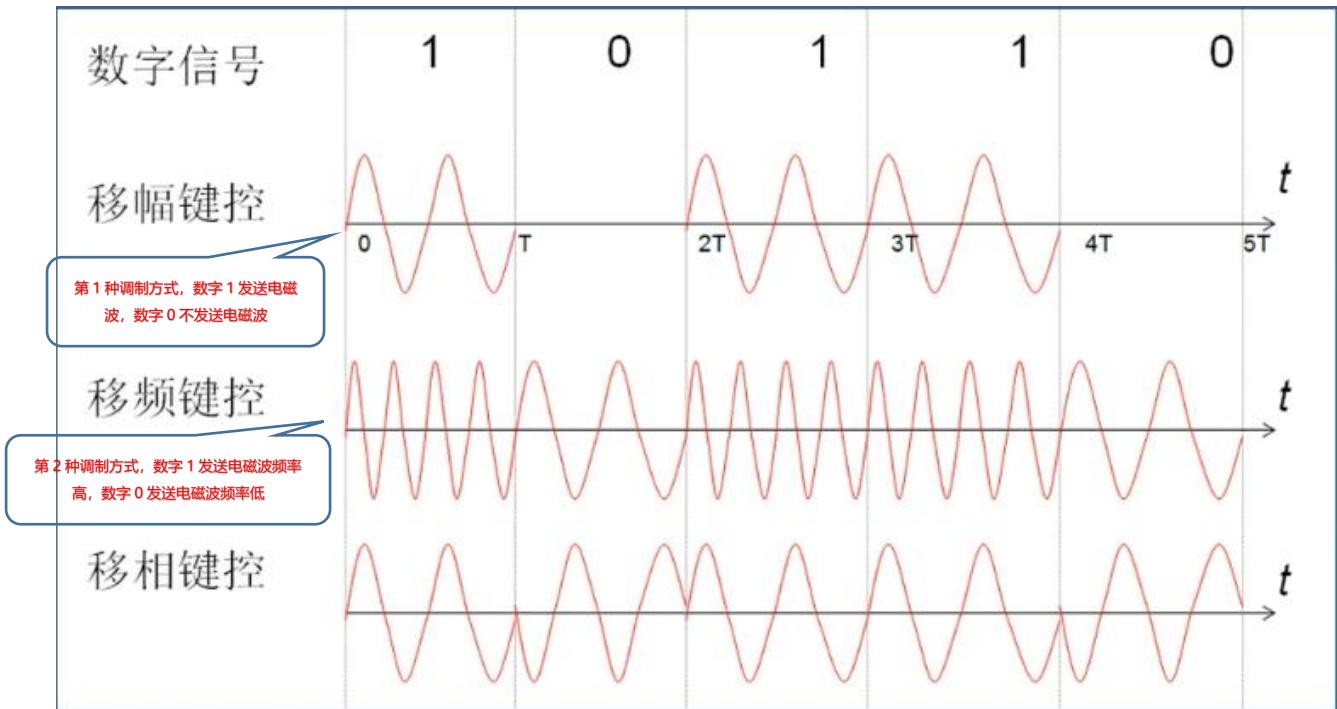
一个 20hz~20khz 的音频信号，我能不能不用载波直接发射出去？其实是可以的。

但是根据天线波长原理，频率越低天线约长，那么 20hz~20khz 这个频段的信号可能需要 100 米天线才能完成无线传送，所以这不科学。



用这种高频载波进行发送信号，天线可以做很短，因为频率越高波长越短，1/2 波长原理天线就越短嘛。

数字信号载波调制方式



QPSK 调制

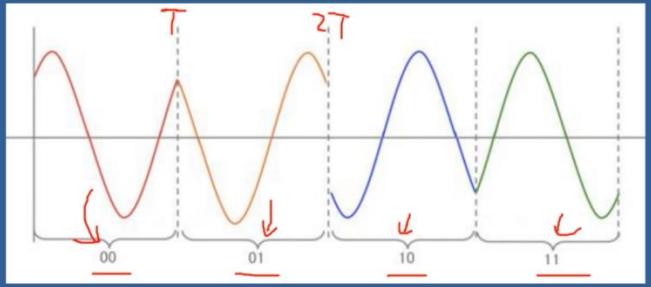
电磁波数字调制，bit位表示

3bit 位用电磁波如何表示

0 0 0		这种波表示 0 0 0
0 0 1		这种波表示 0 0 1
0 1 0		这种波表示 0 1 0
0 1 1		
1 0 0		
1 0 1		
1 1 0		
1 1 1		

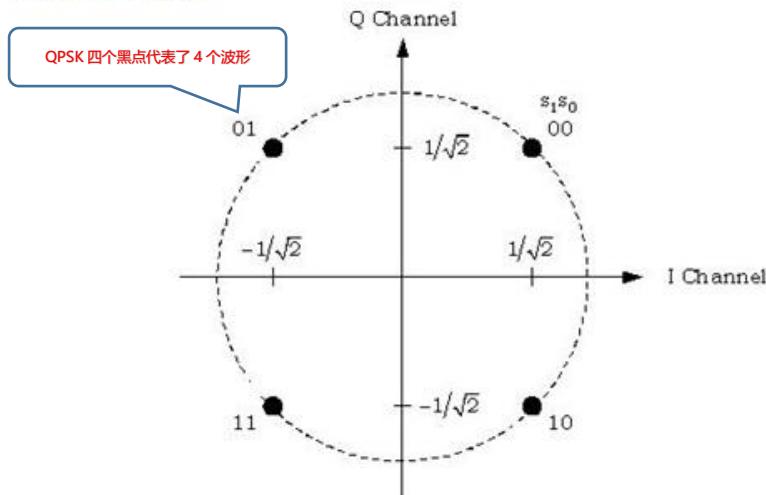
所以每发出1个电磁波就用一种正弦或者余弦表示0 1

QPSK：4相位调制



你看 这种也是一种波形相位来表示 2 进制 01 状态的波形

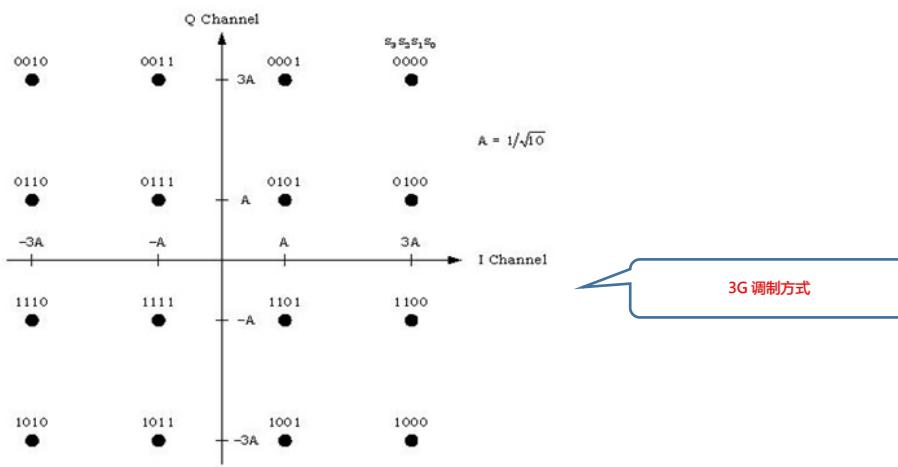
QPSK调制的星座图



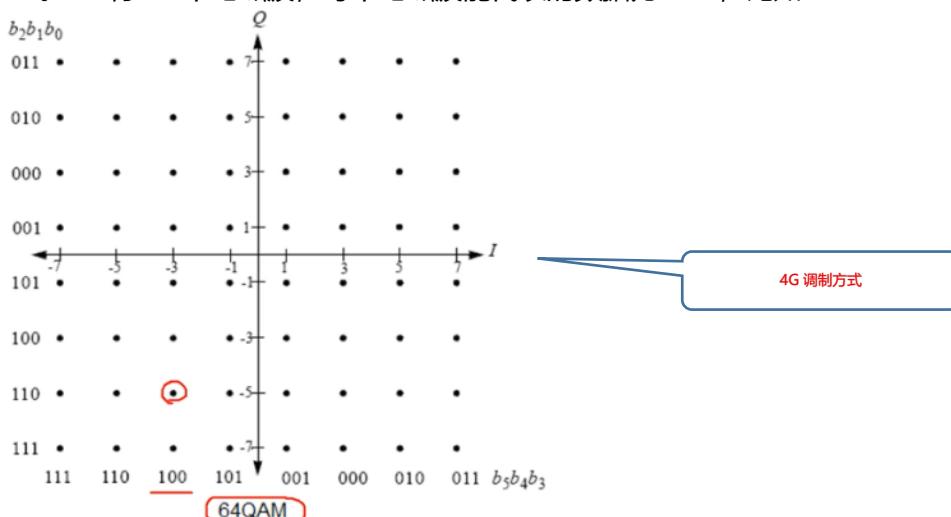
QPSK 表示 4 个点代表 4 个波形，每个点波形代表 1 个二位数据比如 01。

如何使用IQ调制实现16QAM？

1、星座图：下面是最常见的一种16QAM星座图：



16QAM 有 16 个电磁波，每个电磁波能代表的数据为 4bit，比如 1110



64QAM 就是有 64 个电磁波，每个电磁波代表 6bit 位 111111。

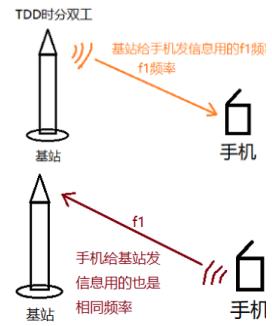
5G 调制方式是 256QAM，8bit 数据位。

TDD 和 FDD 频段概念

TDD 模式支持 9 个频段

E-UTRA Band	Uplink (UL)		Downlink (DL)		Duplex Mode
	F _{UL_low} – F _{UL_high}	F _{DL_low} – F _{DL_high}	F _{DL_low} – F _{DL_high}	F _{UL_low} – F _{UL_high}	
33	1900 MHz – 1920 MHz	TDD			
34	2010 MHz – 2025 MHz	TDD			
35	1850 MHz – 1910 MHz	TDD			
36	1930 MHz – 1990 MHz	TDD			
37	1910 MHz – 1930 MHz	TDD			
38	2570 MHz – 2620 MHz	TDD			
39	1880 MHz – 1920 MHz	TDD			
40	2300 MHz – 2400 MHz	TDD			
41	2496 MHz – 2690 MHz	2496MHz – 2690 MHz	2496MHz – 2690 MHz	2496 MHz – 2690 MHz	TDD

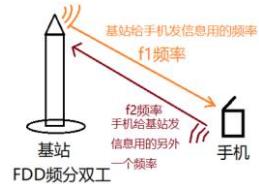
TDD 模式上行和下行的频段是一样的，符合前面 TDD 介绍



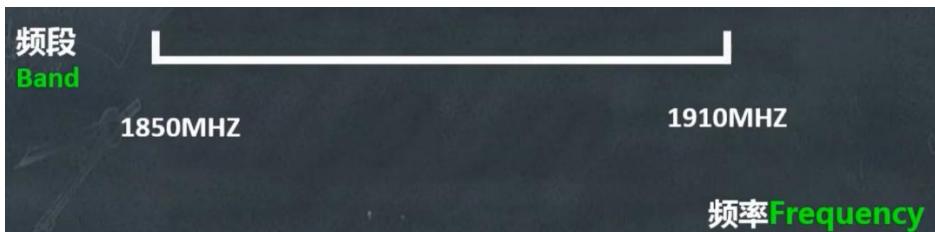
FDD 模式支持频段 19 个

E-UTRA Band	Uplink (UL)		Downlink (DL)		Duplex Mode
	F _{UL_low} – F _{UL_high}	F _{DL_low} – F _{DL_high}	F _{DL_low} – F _{DL_high}	F _{UL_low} – F _{UL_high}	
1	1920 MHz – 1980 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	1920 MHz – 1980 MHz	FDD
2	1850 MHz – 1910 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	1850 MHz – 1910 MHz	FDD
3	1710 MHz – 1785 MHz	1805 MHz – 1880 MHz	1805 MHz – 1880 MHz	1710 MHz – 1785 MHz	FDD
4	1710 MHz – 1755 MHz	2110 MHz – 2155 MHz	2110 MHz – 2155 MHz	1710 MHz – 1755 MHz	FDD
5	824 MHz – 849 MHz	869 MHz – 894MHz	869 MHz – 894MHz	824 MHz – 849 MHz	FDD
6	830 MHz – 840 MHz	875 MHz – 885 MHz	875 MHz – 885 MHz	830 MHz – 840 MHz	FDD
7	2500 MHz – 2570 MHz	2620 MHz – 2690 MHz	2620 MHz – 2690 MHz	2500 MHz – 2570 MHz	FDD
8	880 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz	925 MHz – 960 MHz	880 MHz – 915 MHz	FDD
9	1749.9 MHz – 1784.9 MHz	1844.9 MHz – 1879.9 MHz	1844.9 MHz – 1879.9 MHz	1749.9 MHz – 1784.9 MHz	FDD
10	1710 MHz – 1770 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	1710 MHz – 1770 MHz	FDD
11	1427.9 MHz – 1452.9 MHz	1475.9 MHz – 1500.9 MHz	1475.9 MHz – 1500.9 MHz	1427.9 MHz – 1452.9 MHz	FDD
12	698 MHz – 716 MHz	728 MHz – 746 MHz	728 MHz – 746 MHz	698 MHz – 716 MHz	FDD
13	777 MHz – 787 MHz	746 MHz – 756 MHz	746 MHz – 756 MHz	777 MHz – 787 MHz	FDD
14	788 MHz – 798 MHz	758 MHz – 768 MHz	758 MHz – 768 MHz	788 MHz – 798 MHz	FDD
17	704 MHz – 716 MHz	734 MHz – 746 MHz	734 MHz – 746 MHz	704 MHz – 716 MHz	FDD
18	815 MHz – 830 MHz	860 MHz – 875 MHz	860 MHz – 875 MHz	815 MHz – 830 MHz	FDD
19	830 MHz – 845 MHz	875 MHz – 890 MHz	875 MHz – 890 MHz	830 MHz – 845 MHz	FDD

FDD 模式上行和下行的频段不一样，符合前面 FDD 介绍全双工



频段概念

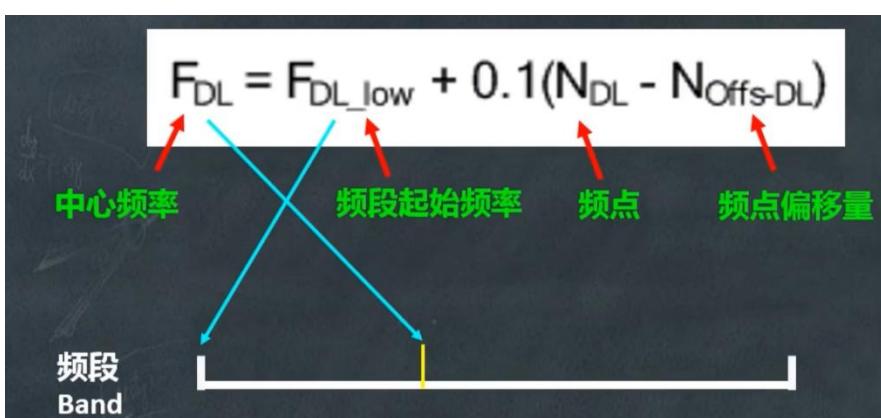
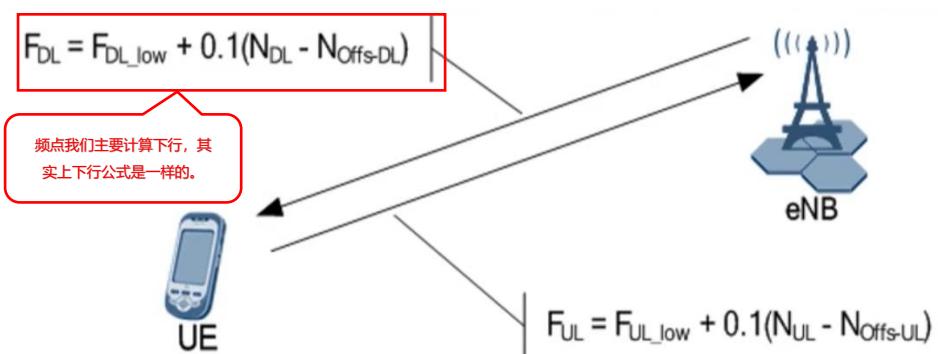




频点



4G 频点计算公式



频点就是中心频率, 整个频段的起始频率和频点偏移量的关系, 发现没有根带宽没有关系, 公式里没有带宽。

我们以 LTE R9 FDD 频段 baud 2 为例，计算频点。

LTE R9 FDD 频段 (1/2)									
频段	双工方式	F _{DL_low} (MHz)	F _{DL_high} (MHz)	N _{Offs-DL}	N _{DL}	F _{UL_low} (MHz)	F _{UL_high} (MHz)	N _{Offs-UL}	N _{UL}
1	FDD	2110	2170	0	0 - 599	1920	1980	18000	18000 - 18599
2	FDD	1930	1990	600	600 - 1199	1850	1910	18600	18600 - 19199

比如中心频率我自定义为 1950Mhz



所以频点为 800

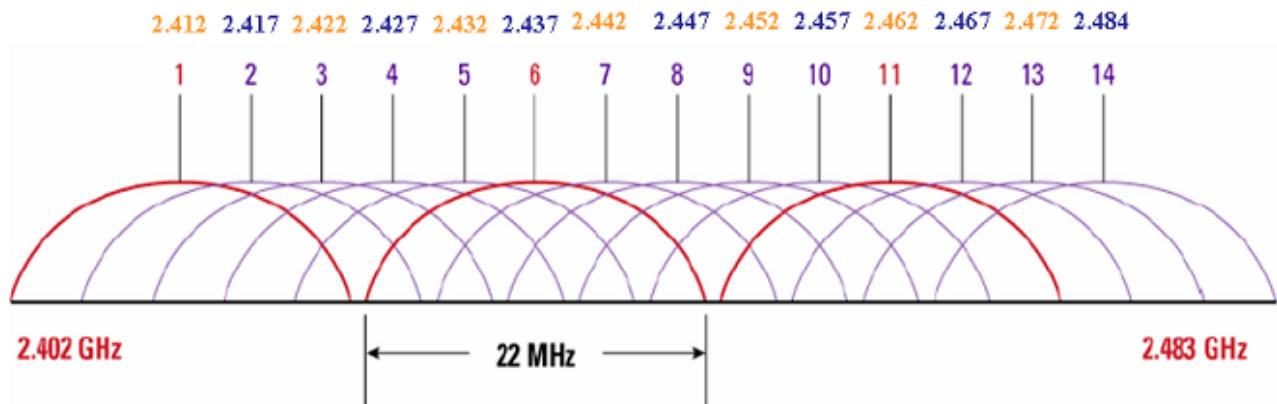
Wifi 6 介绍

	WiFi 4	WiFi 5		WiFi 6
协议	802.11n	802.11ac		802.11ax
		Wave1	Wave2	
年份	2009	2013	2016	2018
频段	2.4 GHz、5 GHz	5 GHz		2.4 GHz、5 GHz
最大频宽	40 MHz	80 MHz	160 MHz	160 MHz
最高调制	64 QAM	256 QAM		1024 QAM
单流速率	150 Mbps	433 Mbps	867 Mbps	1200 Mbps
最大速率	600 Mbps	3466 Mbps	6933 Mbps	9.6 Gbps
最大空间流	4×4	8×8		8×8
MU-MIMO	N/A	N/A	下行	上行、下行
OFDMA	N/A	N/A	N/A	上行、下行



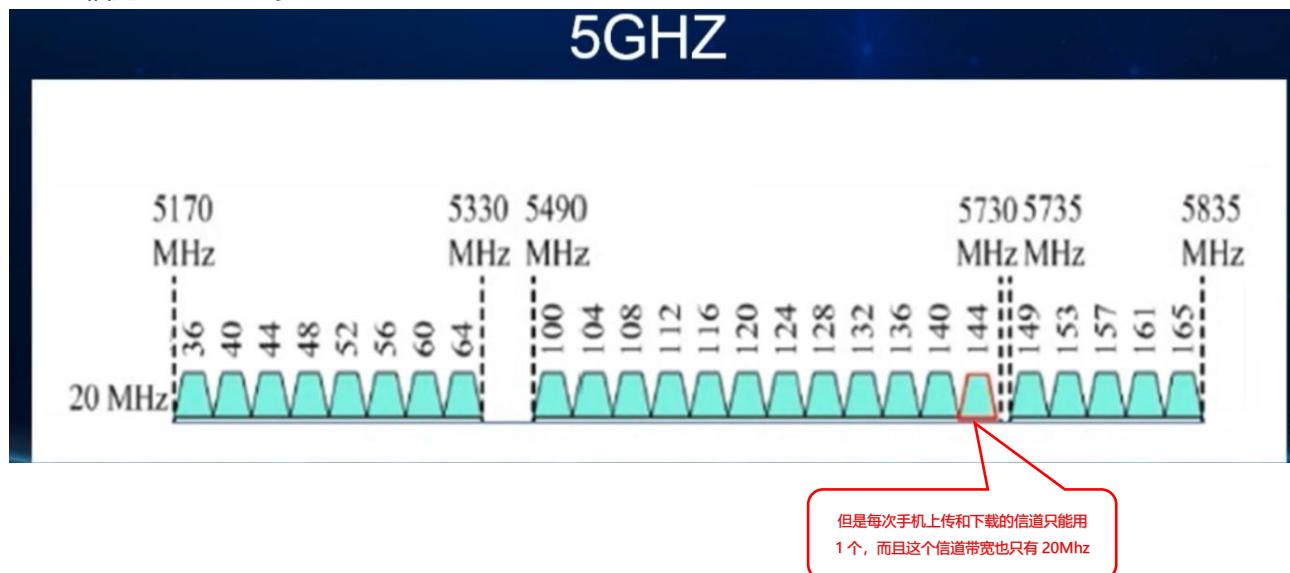
wifi6 和 wifi5 变化不大，但是 wifi6, wifi5 相对于 wifi4 来说信道提升就很明显，但是信道提升明显了网速就会变快吗？

2.4Ghz 信道一共 13 个



每个信道真正能用的带宽是 20Mhz, 为什么不是 22Mhz ? , 因为 22Mhz 拿出 2M 做隔离, 所以只有 20Mhz 能用。所以手机每次与基站传输数据(比如发语音发视频)只能用一个信道通信。

5Ghz 信道比 2.4Ghz 多



所以 5G 理论 160Mhz 的信道带宽, 在现实生活中真正使用的只有 20Mhz。所以 wifi6 和 wifi4 2.4G wifi 速度没区别。

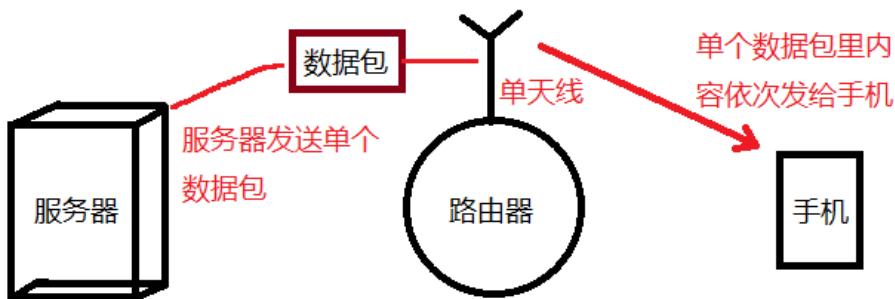
调制技术

wifi4 是 64QAM 每次波形发 6bit 数据。

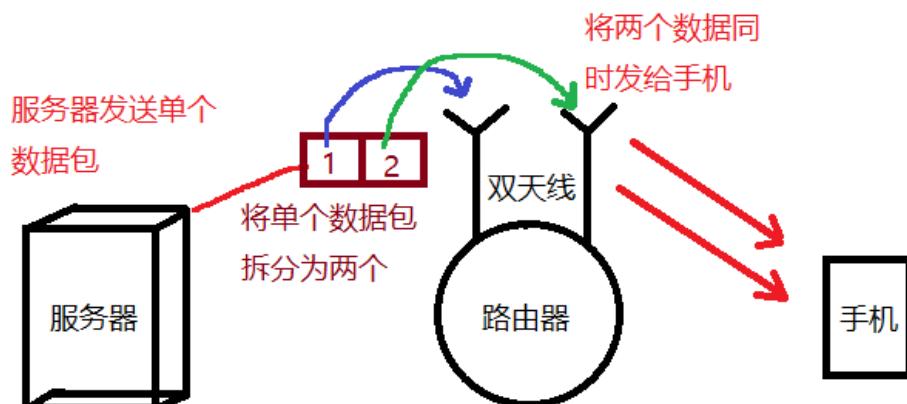
wifi5 是 256QAM 每次波形发 8bit 数据。

wifi6 是 1024QAM 每次波形发 10bit 数据。

MU MIMO 多用户多入多出



这是非MIMO技术



这就是MIMO技术

这种将单个数据包拆解成两个同时发给手机，比单个数据包依次发给手机网速要快这就是 MIMO 的优势。

	WiFi 4	WiFi 5		WiFi 6
单流速率	150 Mbps	433 Mbps	867 Mbps	1200 Mbps
最大速率	600 Mbps	3466 Mbps	6933 Mbps	9.6 Gbps
最大空间流	4×4	8×8		8×8
MU-MIMO	N/A	N/A	下行	上行、下行

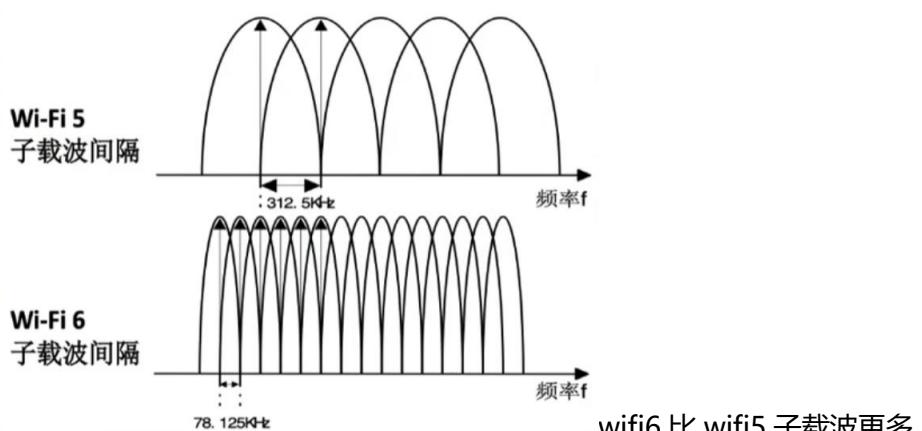
Wifi6 单个数据流可以达到 1200Mbps

Wifi6 单个数据流乘以 8 就是 9.6G 的网速

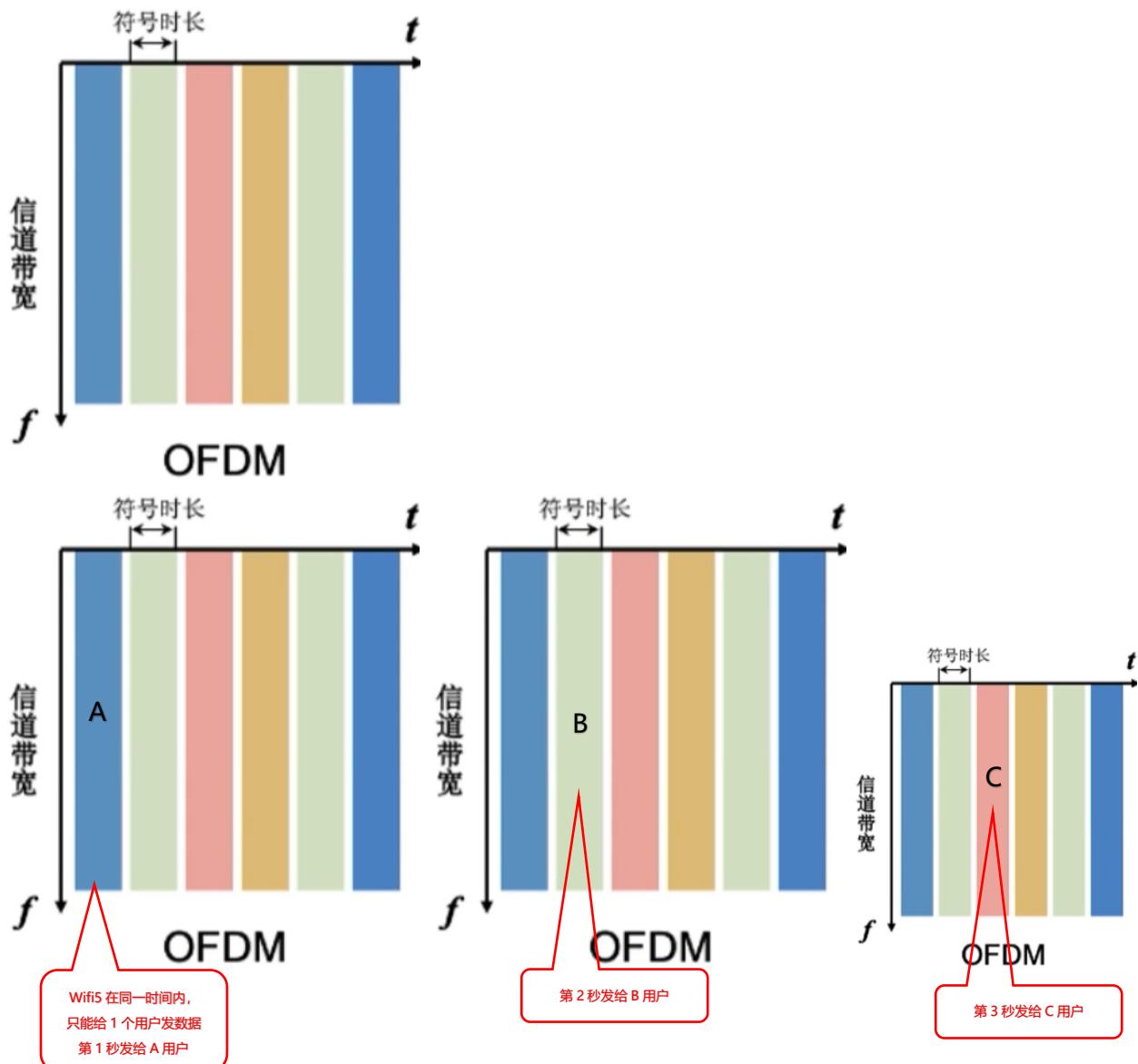
wifi6 是支持 8 天线，给用户发送 8 个数据流的路由器，也就是把 1 个数据包拆分成 8 个同时发送，所以网速翻 8 倍。

wifi6 一定要有 8 根天线才能达到 9.6Gbps 网速，wifi6 核心技术就是 8X8 MIMO，如果有些设备没有 8 根天线，那么就是假 wifi6

WIFI 用的也是 OFDMA

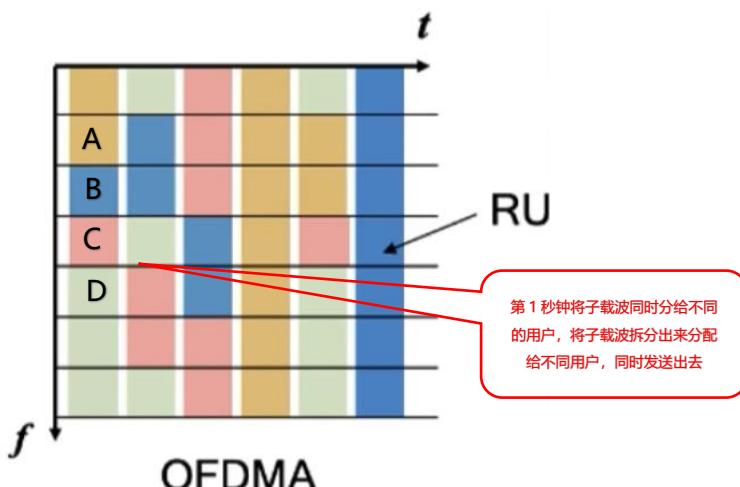


wifi5 OFDMA



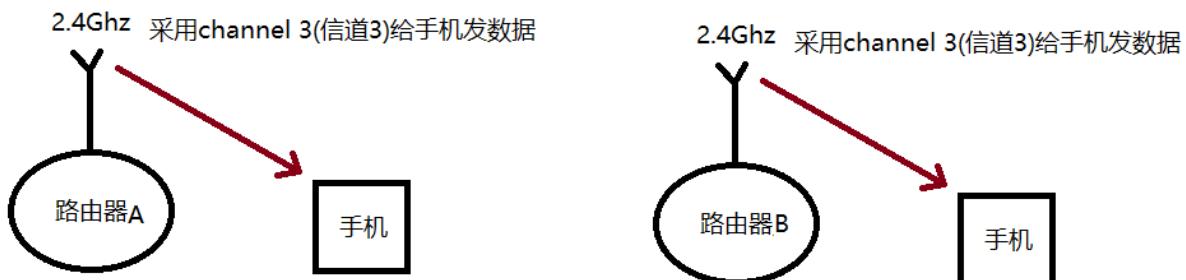
实际情况是每间隔几毫秒换一个用户发送，以此类推发给所有用户。因为时间短用户感觉不出来。

wifi6 OFDMA



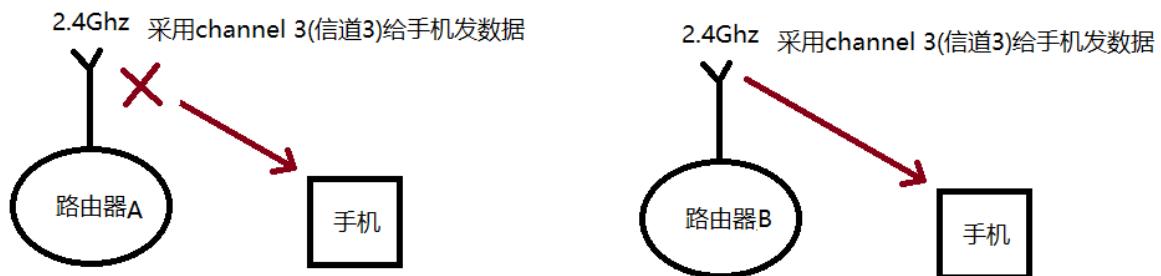
这就是 WiFi 6 OFDMA 的优势，不像 WiFi 5 OFDMA 那样依次发送给不同用户。

wifi 信道干扰



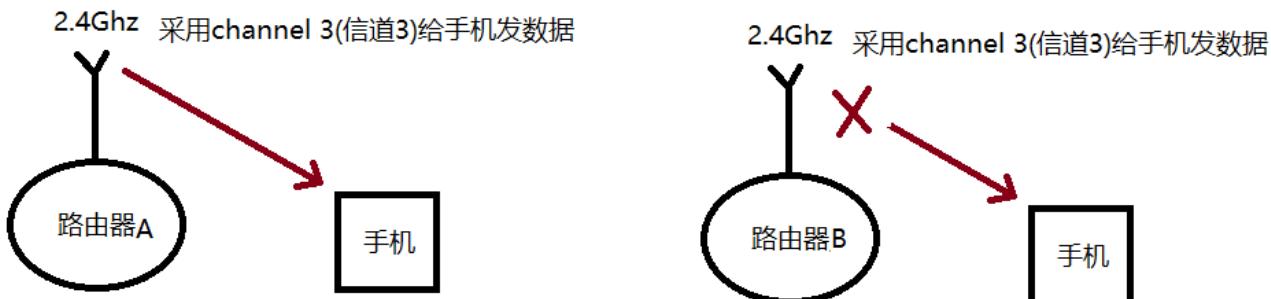
同时隔壁有一家路由器B也是用信道3跟手机交互数据

这样路由器之间就会相互产生同频干扰，隔壁手机能听到我本人手机的声音



所以两个路由器都加入了信道捕获开关

发现B路由器在用信道3通信，A路由器就断开与手机通信

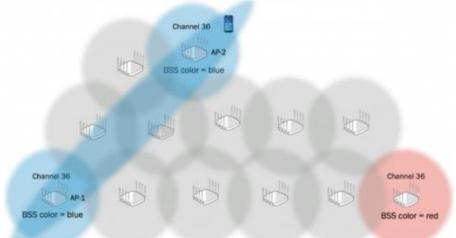


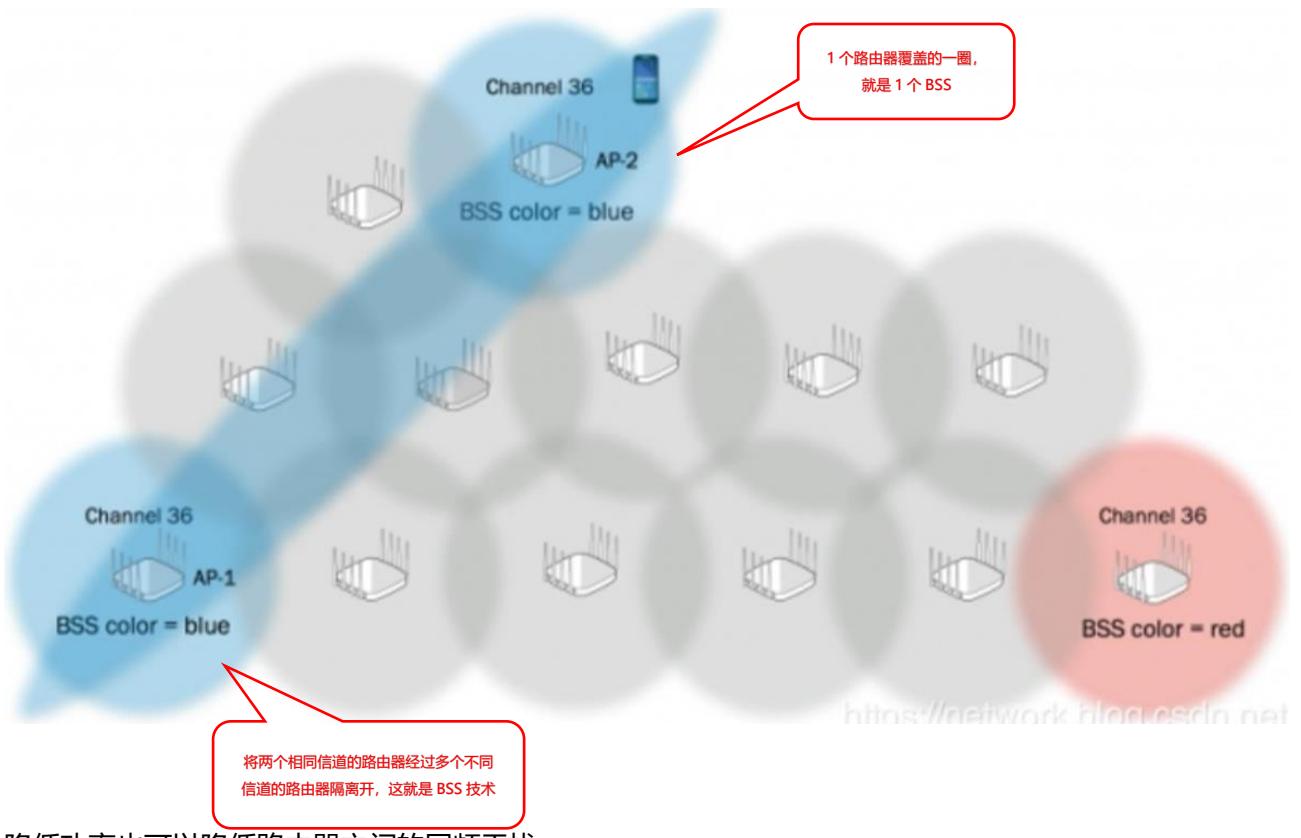
发现A路由器在用信道3，就断开B路由器

这样可以解决两个路由器同频干扰的问题，但是这样 AB 切来切去会降低网速。

这种同频干扰对家庭用户影响不大，但是对企业或者会议室这种要安装几千个路由器覆盖整个企业或者会场，那么这种同频干扰就影响很大。

所以可以采用 BSS 染色技术来解决这个问题





降低功率也可以降低路由器之间的同频干扰。

影响网速的核心因素

1. 开户速率：就是你办网的套餐

2. 入户速率：



所以你交了 100M 的钱，可能只有 50M 的速率，如果拉专线就不会存在多用户分摊网络的问题。这就是专线的好处。

3. 线缆接口



4. 路由器性能

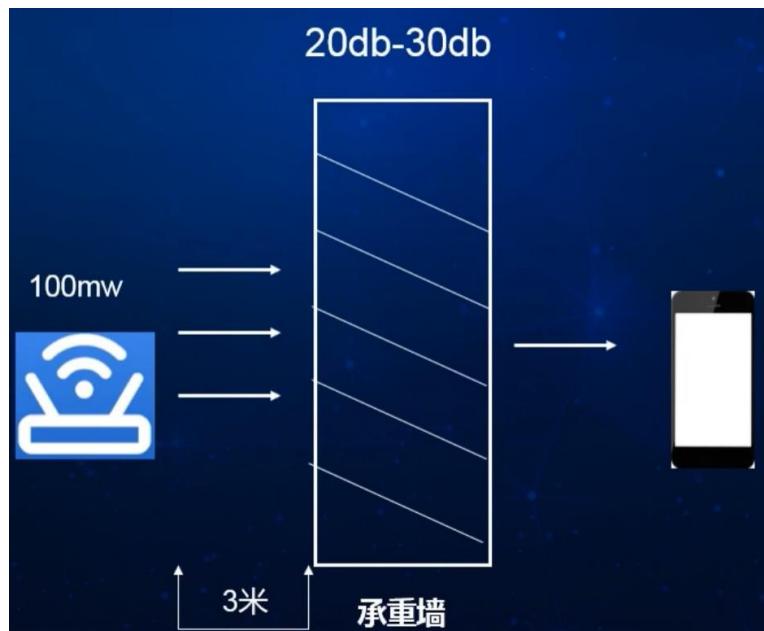
传播名	华为路由AX3 Pro		处理器	IPQ8071A 4核 A53 1GHz CPU
设备类型	无线路由器、智能路由器、家用路由器		络加速引擎	双核 1.7GHz NPU
配置	CPU	凌霄四核1.4GHz CPU	ROM	256MB
	RAM	256MB	内存	512MB
	ROM	128MB	2.4G Wi-Fi	2×2 (最高支持IEEE 802.11ax协议 , 理论最高速度)
无线参数	传输标准	802.11ax/ac/n/a 2×2&802.11ax/n/b/g 2×2 , MIMO	5G Wi-Fi	4×4 (最高支持IEEE 802.11ax协议 , 理论最高速度)
	无线频段	2.4GHz&5GHz , 支持双频优选	产品天线	外置高增益天线6根+内置AIoT天线1根
			产品散热	自然散热

某为AX3路由器

某米AX3600

理论上 2×2 天线的 MIMO 路由器要比 4×4 天线的 MIMO 路由器速度慢。

5. 穿透损耗



一面水利墙对信号衰减 $20\text{db} \sim 30\text{db}$, 如果路由器是 100mw 的功率, 那么一堵墙就会衰减 $1/100$ 或者 $1/1000$, 所以石墙信号衰减很恐怖。

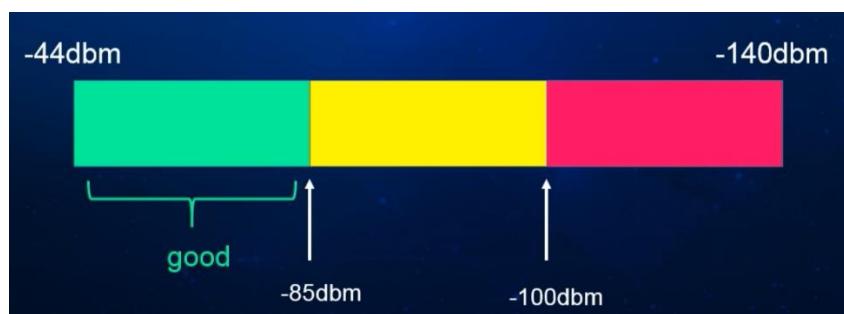
6. 信道干扰

用手机扫描你邻居用的信道是多少, 如果邻居用的信道是 1,3,5. 那么你自己的路由器可以改成 4,7,8。这样同频干扰影响网速的因素得到解决。

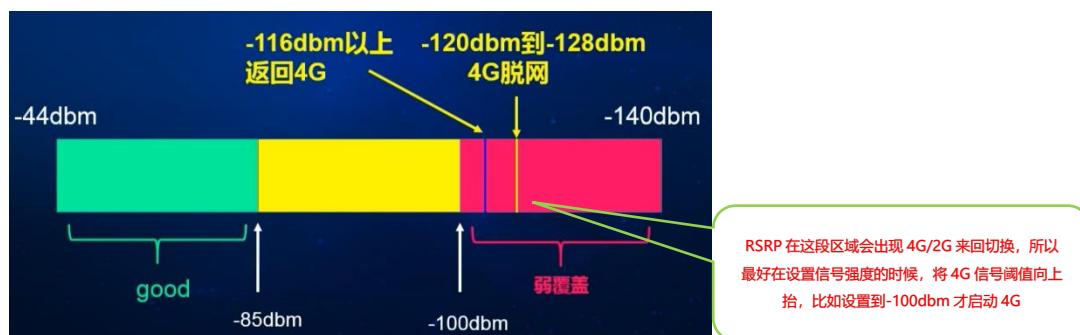
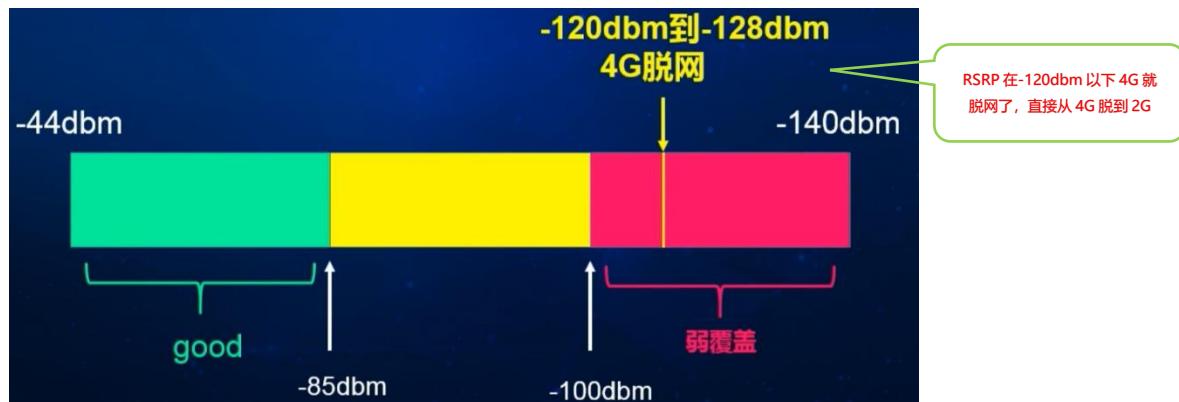
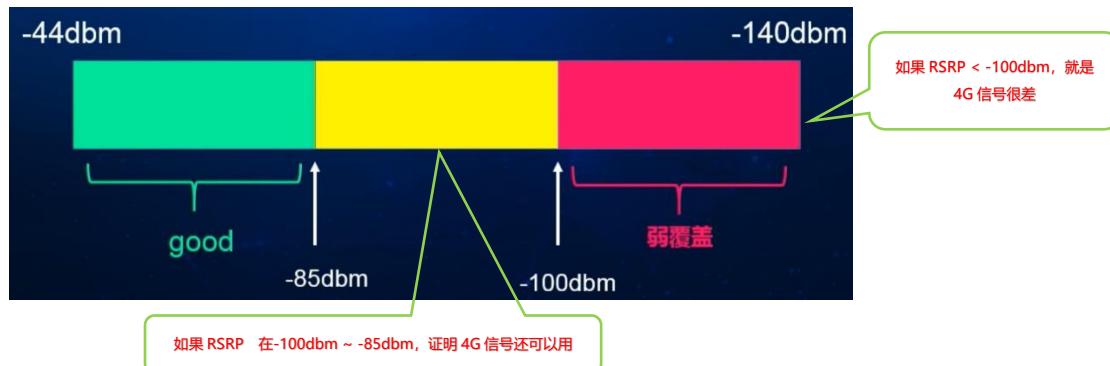
信号质量评估

4G 采用 RSRP 来衡量信号强度

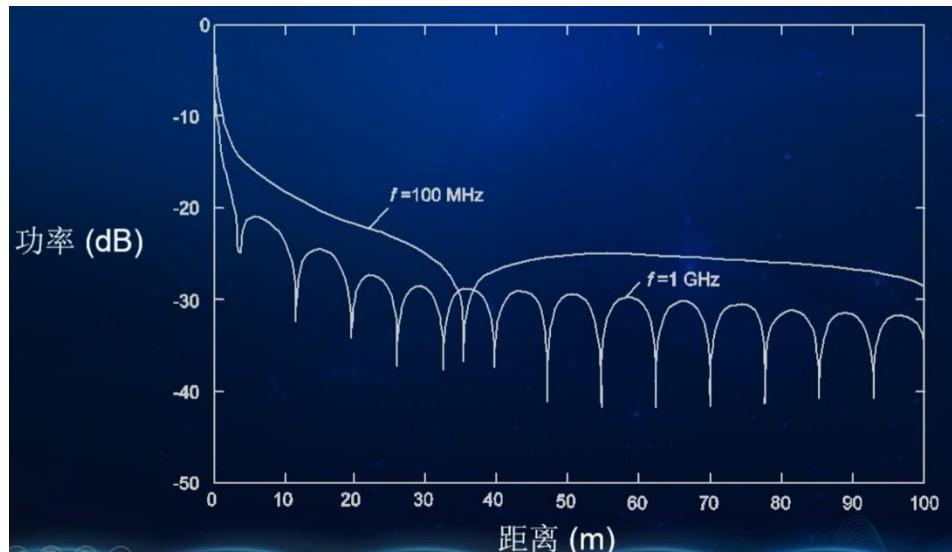
4G TS36.133协议定义：
取值范围：-44dBm到-140dbm



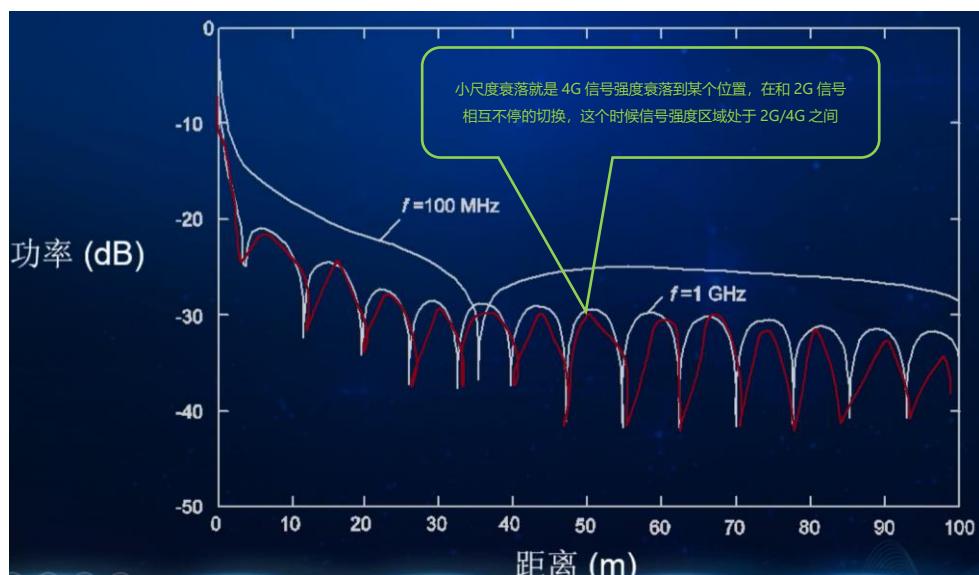
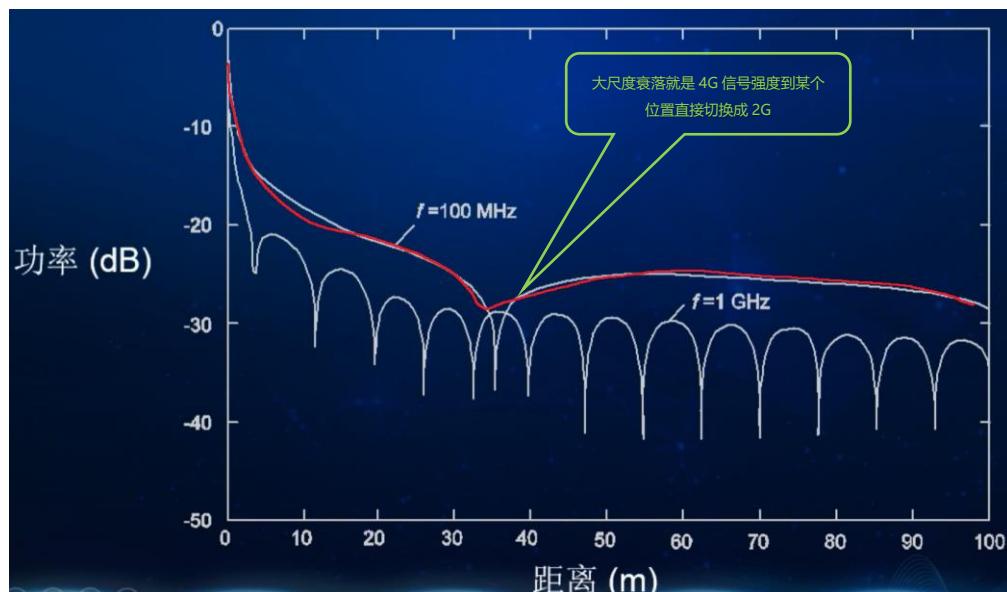
RSRP > -85dbm 那么手机信号强度就是满格，信号最好。



信号衰减方式



这是信号衰落的两种方式，一种是大尺度衰落，一种是小尺度衰落



所以小尺度衰落更恶心，而且影响网速。

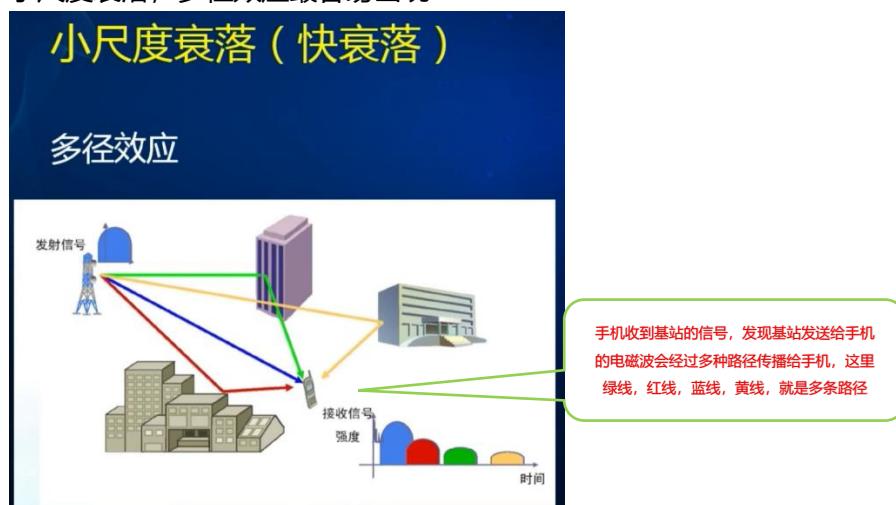
大尺度衰落，在没有遮挡物情况下，距离越远衰减越大，频率越高衰减越大，频率低衰减小。

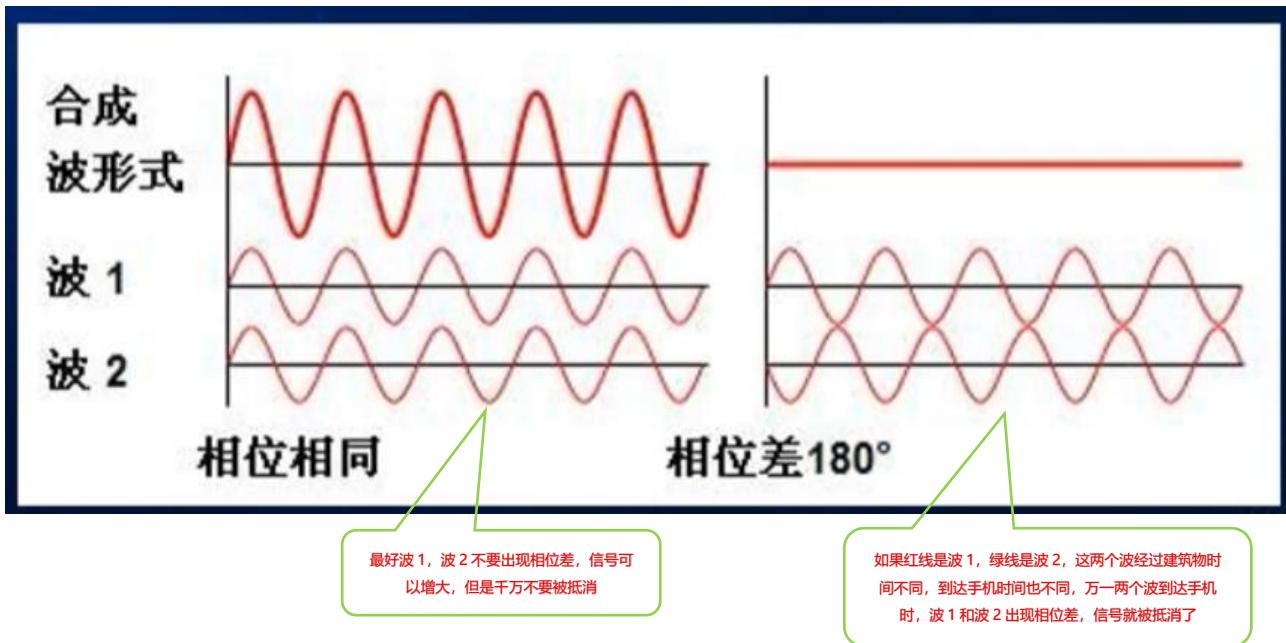
路径损耗

- 距离越远损耗越大
- 信号频率低时的传输损耗小
- 信号频率高时的传输损耗大



小尺度衰落，多径效应最容易出现





3G/4G 通信在芯片内部解决了这个多径效应的问题。

所以大部分我们不用关注小尺度衰落, 我们只需要关心大尺度衰落问题就是了。

Sinr 判断信号是否有干扰

Sinr 信号与干扰加噪声比

$$\text{Sinr} = \text{Signal} / (\text{Interference} + \text{Noise});$$

可以近似的看成这样

$$\text{SINR} = \text{服务小区RSRP} / (\text{邻接小区RSRP之和} + \text{N})$$

取值范围 : -10db 到 30db

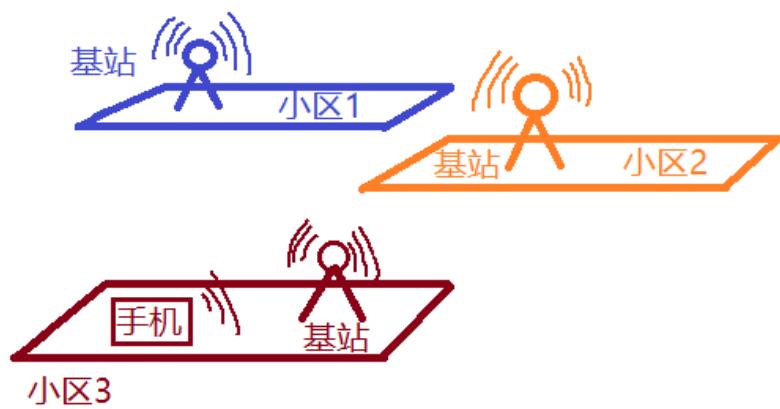
*N 为热噪声功率

$$\text{Sinr} = \frac{\text{有用信号(服务小区)}}{\text{干扰(相邻小区)} + \text{N (噪声)}}$$

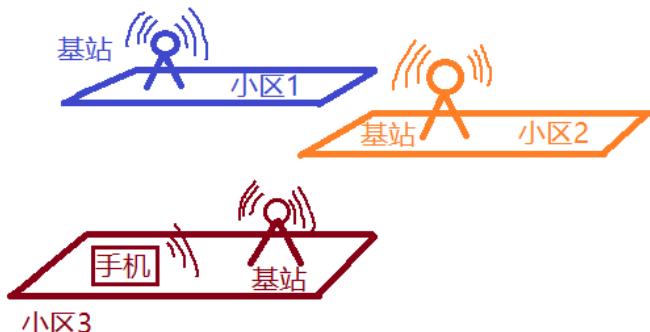
(外部干扰)大部分不考虑 大部分不考虑

所以大部分情况, 就是服务小区RSRP/周边小区RSRP之和

下面做个演示, 看看服务小区 RSRP 与周边小区 RSRP 的关系

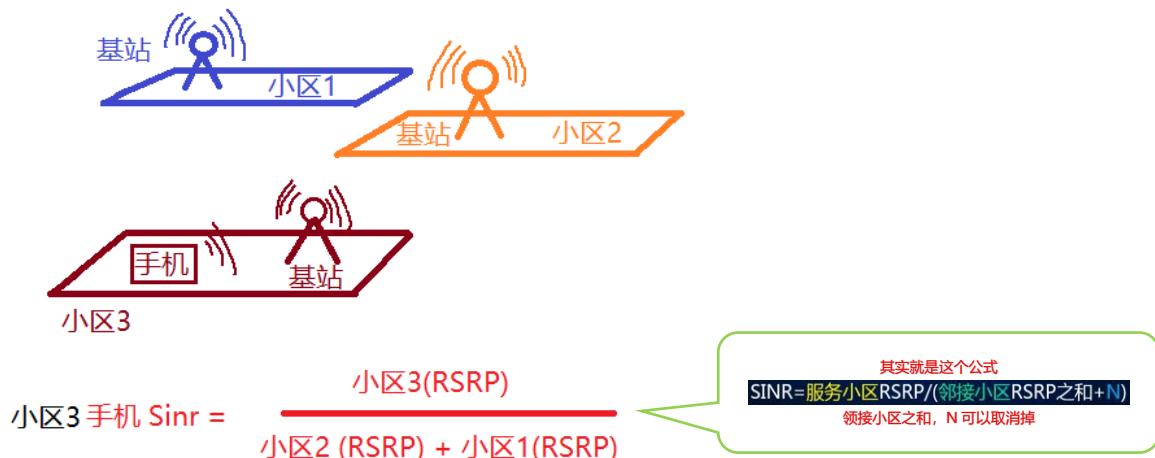


理论上手机只能搜索到小区3基站的信号RSRP值



但是实际上手机可以收到3个小区的基站信号，只是小区1，小区2信号要弱一些，小区3信号更强，这个信号的强弱比，就是衡量干扰的方式

所以有如下简化干扰的计算公式：



Sinr 干扰区间详解如下：



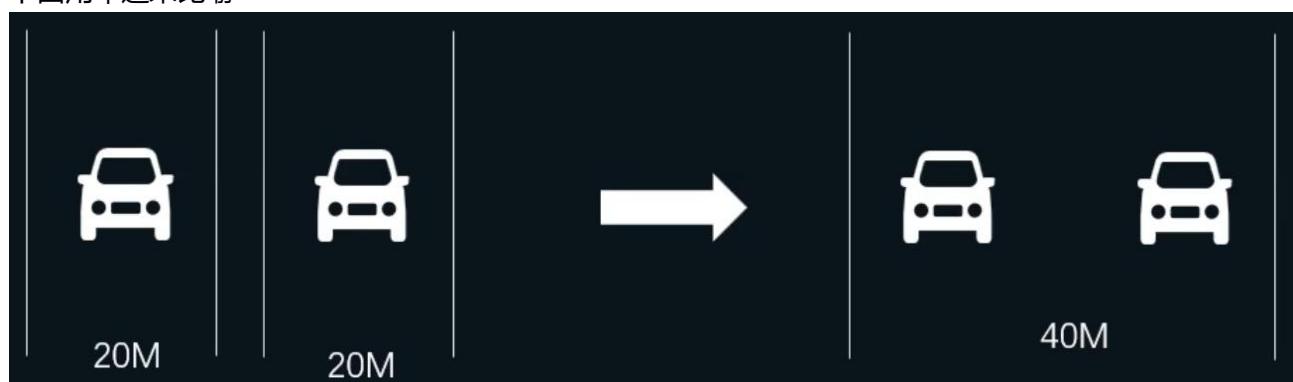
优化方式就是提高自身小区设备的功率，降低相邻小区的信号。还有一种就是三个小区基站不同频也行。

4G 载波聚合

网速限制是因为带宽，有了载波聚合，就可以让 20Mhz 带宽升级到 40Mhz，或更多。



下面用车道来比喻



两个单车道变成一个双车道。马路越宽，跑的车越多，网速越快。

为什么不直接用大带宽，而是要两个带宽来合并。



因为三大运营商占用的频谱很零碎，很装怪。



比如我要450Mhz到900Mhz这一段连续的带宽来做4G通信，你会发现这里面被几大运营商占用了而且是零碎占用的。导致我取任何一段区间都不够

4G R10 版本下行 DL 支持最大 5 载波聚合，最大支持 100Mhz 带宽(20M x 5)。

R13 版本最多支持 32 载波聚合，理论支持 640Mhz 带宽。

LTE R10 TDD频段

频段	双工方式	F_{DL_low}/F_{UL_low} (MHz)	F_{DL_high}/F_{UL_high} (MHz)	$N_{Offs-DL}N_{Offs-UL}$	N_{DL}/N_{UL}
33	TDD	1900	1920	36000	36000 – 36199
34	TDD	2010	2025	36200	36200 – 36349
35	TDD	1850	1910	36350	36350 – 36949
36	TDD	1930	1990	36950	36950 – 37549
37	TDD	1910	1930	37550	37550 – 37749
38	TDD	2570	2620	37750	37750 – 38249
39	TDD	1880	1920	38250	38250 – 38649
40	TDD	2300	2400	38650	38650 – 39649
41	TDD	2496	2690(非连续)	39650	39650 – 41589

使用 baud 38 39 来演示载波聚合

频段 (band) 内连续载波聚合



取两个频点 A 和 B，挨着做载波聚合，这叫连续载波聚合。

频段 (band) 内非连续载波聚合



频段 (band) 间载波聚合



频段间的载波聚合有的手机不支持。

频点中心频率间隔需要满足300KHZ的整数倍，
连续的20+20M聚合，中心频率间隔19.8MHz



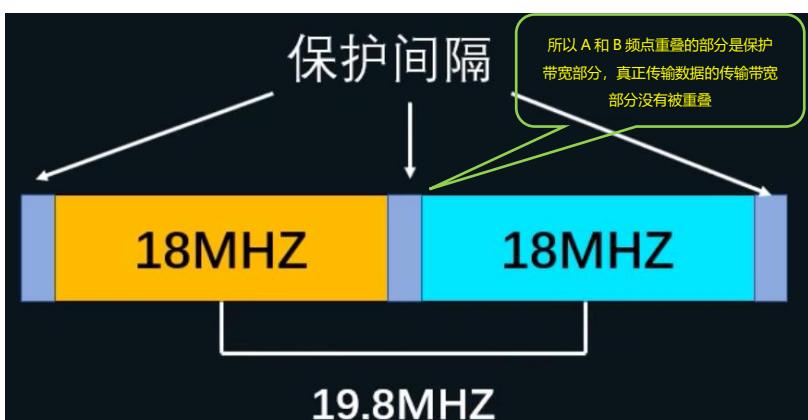
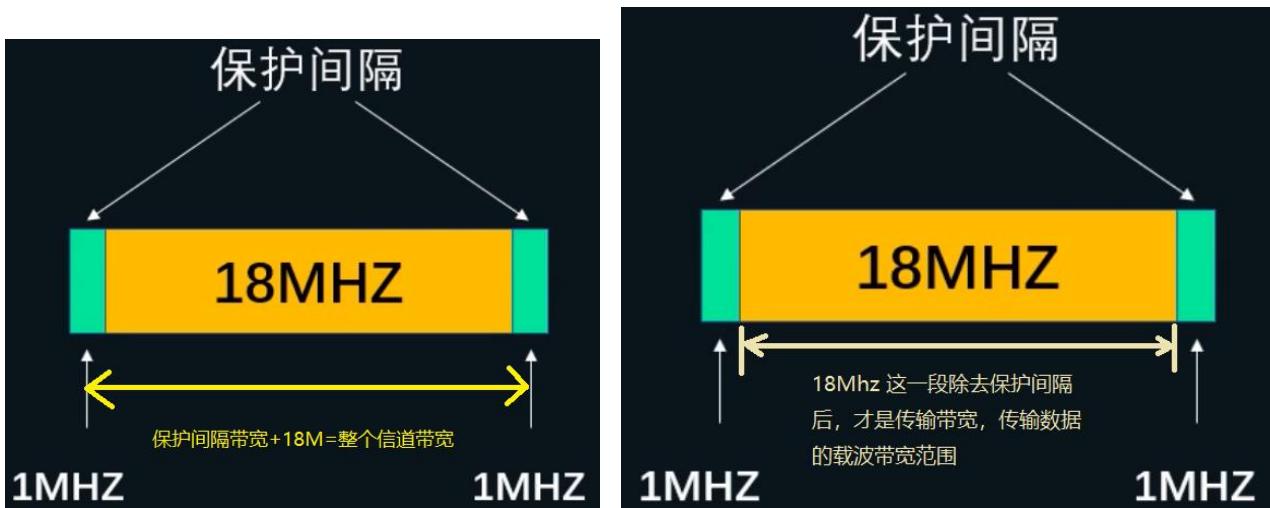
$2585\text{Mhz} + \text{中心频率间隔 } 19.8\text{Mhz} = 2604.8\text{Mhz(B 频点)}$



如果是 19.8Mhz 中心频率间隔，那么 AB 岂不是重合了，有干扰

这里就涉及到传输带宽和信道带宽

前面说的带宽都是信道带宽

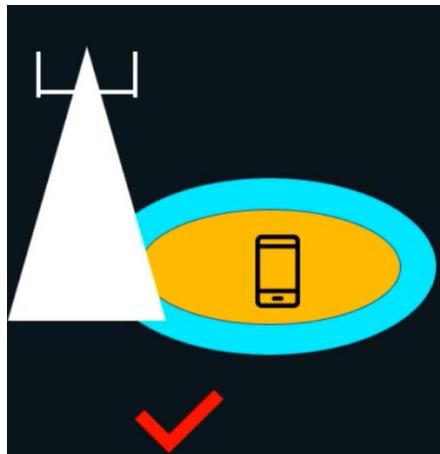


载波聚合必须 cat6 以上的手机才支持载波聚合

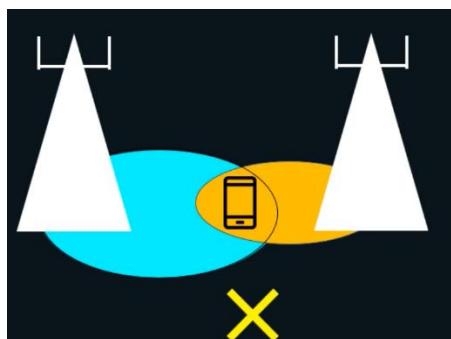
Cat6级别以上支持载波聚合

UE category	Max. data rate (DL/UL) (Mbps)	Downlink				Uplink		
		Max. # DL-SCH TB bits/TTI	Max. # DL-SCH bits/TB/TTI	Total soft channel bits	Max. # spatial layers	Max. # UL-SCH TB bits/TTI	Max. # UL-SCH bits/TB/TTI	Support for 64 QAM
Category 1	10/5	10296	10296	250368	1	5160	5160	No
Category 2	50/25	51024	51024	1237248	2	25456	25456	No
Category 3	100/50	102048	75376	1237248	2	51024	51024	No
Category 4	150/50	150752	75376	1827072	2	51024	51024	No
Category 5	300/75	299552	149776	3667200	4	75376	75376	Yes
Category 6	300/50	[299552]	[TBD]	[3667200]	*	[51024]	[TBD]	No
Category 7	300/150	[299552]	[TBD]	[TBD]	*	[150752/102048 (Up to RAN4)]	[TBD]	Yes/No (Up to RAN4)
Category 8	1200/600	[1200000]	[TBD]	[TBD]	*	[600000]	[TBD]	Yes

载波聚合应用场景



手机必须在同一个基站覆盖下，才能具有载波聚合功能



手机如果在两个基站之间，不具备载波聚合功能。

室内分布系统



室内分布天线

比如火车站，汽车站，高档小区，会安装这种分布天线。

穿透损耗表

隔墙阻挡：5-20db

楼层阻挡：>20db

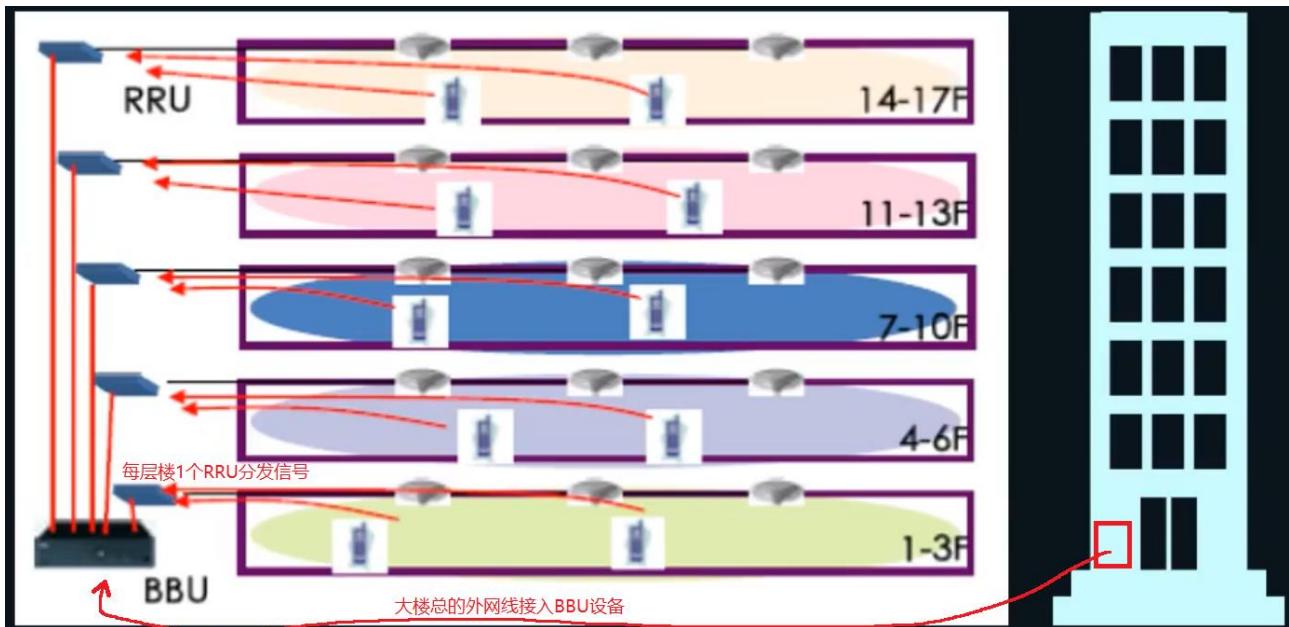
家具和其他障碍物阻挡：2-5db

厚玻璃：6-10db

火车车厢损耗：15-30db

电梯损耗：25-30db

独立站建设如下



1个RRU管整栋楼可行吗？答案是不可行的，因为RRU是给天线增加功率的，如果1个RRU驱动100根天线，这样1个天线的功率就是1/100RRU的功率，功率太小。

所以每层楼一个RRU是最好的。

更多楼宇布网技术查阅网络相关文档，这里就结束了。