

# 解读 5G 八大关键技术

**【摘要】** 5G 不是一次革命，5G 是 4G 的延续，我相信 5G 在核心网部分不会有太大的变动，5G 的关键技术集中在无线部分。

在进入主题之前，我觉得首先应该弄清楚一个问题：为什么需要 5G？不是因为通信工程师们突然想改变世界，而炮制了一个 5G。是因为先有了需求，才有了 5G。什么需求？

未来的网络将会面对 1000 倍的数据容量增长，10 到 100 倍的无线设备连接，10 到 100 倍的用户速率需求，10 倍长的电池续航时间需求等等。坦白的讲，4G 网络无法满足这些需求，所以 5G 就必须登场。

但是，5G 不是一次革命。5G 是 4G 的延续，我相信 5G 在核心网部分不会有太大的变动，5G 的关键技术集中在无线部分。虽然 5G 最终将采用何种技术，目前还没有定论。不过，综合各大高端论坛讨论的焦点，我今天收集了 8 大关键技术。当然，应该远不止这些。

## 1.非正交多址接入技术（Non-Orthogonal Multiple Access,NOMA）

我们知道 3G 采用直接序列码分多址( Direct Sequence CDMA ,DS-CDMA ) 技术，手机接收端使用 Rake 接收器，由于其非正交特性，就得使用快速功率控制 ( Fast transmission power control , TPC)来解决手机和小区之间的远-近问题。

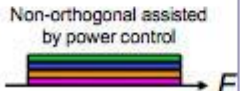
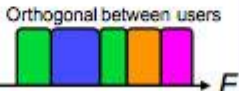

而 4G 网络则采用正交频分多址 ( OFDM ) 技术，OFDM 不但可以克服多径干扰问题，而且和 MIMO 技术配合，极大的提高了数据速率。由于多用户正交，手机

和小区之间就不存在远-近问题，快速功率控制就被舍弃，而采用 **AMC（自适应编码）** 的方法来实现链路自适应。

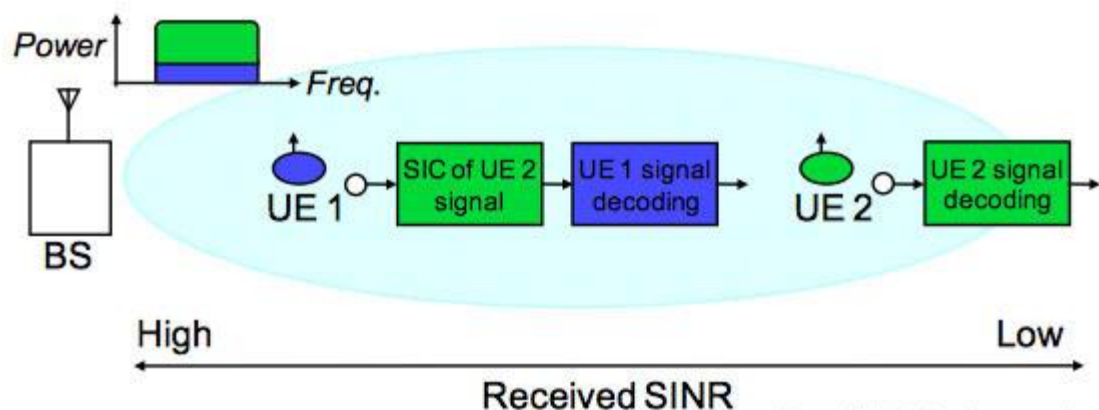
NOMA 希望实现的是，重拾 3G 时代的非正交多用户复用原理，并将之融合于现在的 4G OFDM 技术之中。

从 2G，3G 到 4G,多用户复用技术无非就是在时域、频域、码域上做文章，而 NOMA 在 OFDM 的基础上增加了一个维度——**功率域**。

新增这个功率域的目的是，利用每个用户不同的路径损耗来实现多用户复用。

	3G	3.9/4G	5G
多用户复用	Non-orthogonal (CDMA)	Orthogonal (OFDMA)	Non-orthogonal with SIC (NOMA)
信号波形	Single carrier	OFDM (or DFT-s-OFDM)	OFDM (or DFT-s-OFDM)
链路自适应	Fast TPC	AMC	AMC + Power allocation
图			

实现多用户在功率域的复用，需要在接收端加装一个 SIC（持续干扰消除），通过这个干扰消除器，加上信道编码（如 Turbo code 或低密度奇偶校验码（LDPC）等），就可以在接收端区分出不同用户的信号。



UE接收端利用SIC（持续干扰消除）的NOMA基本原理

NOMA 可以利用不同的路径损耗的差异来对多路发射信号进行叠加，从而提高信号增益。它能够让同一小区覆盖范围的所有移动设备都能获得最大的可接入带宽，可以解决由于大规模连接带来的网络挑战。

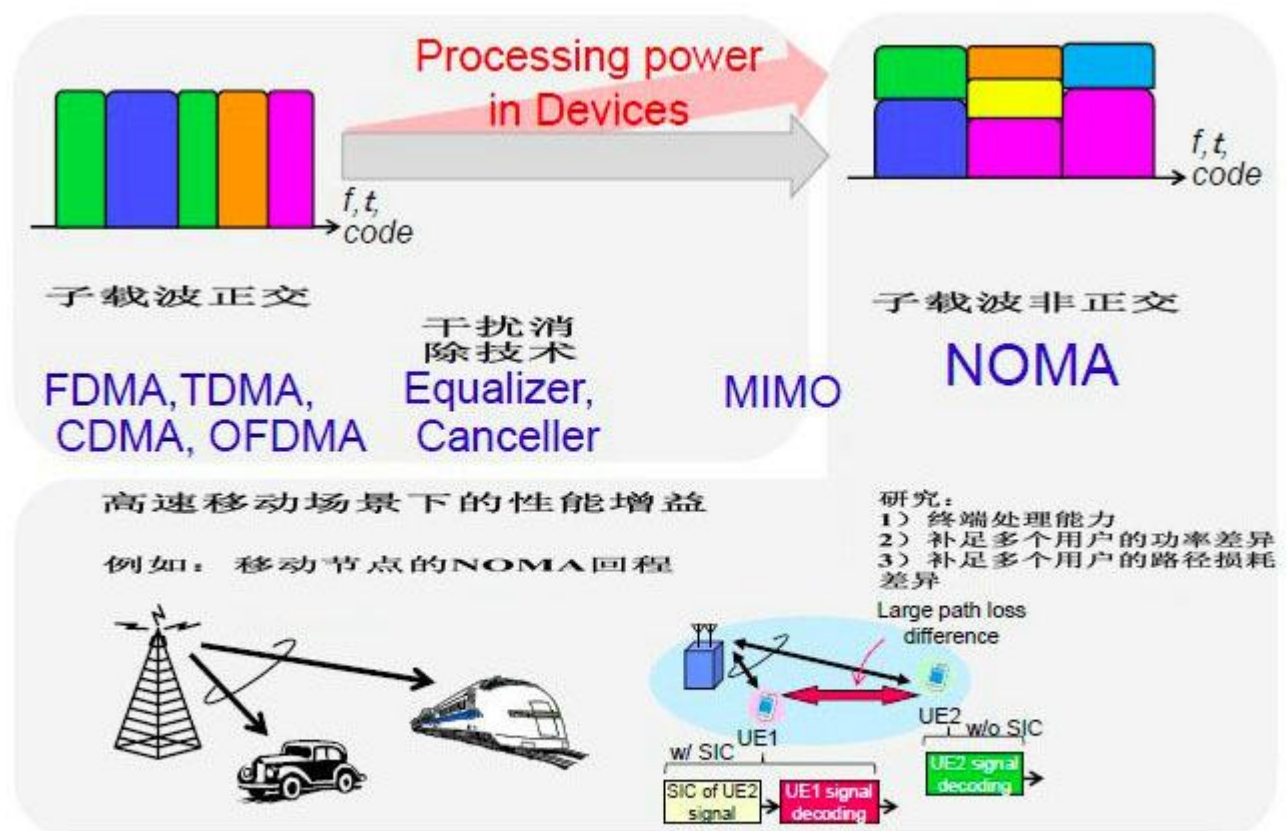


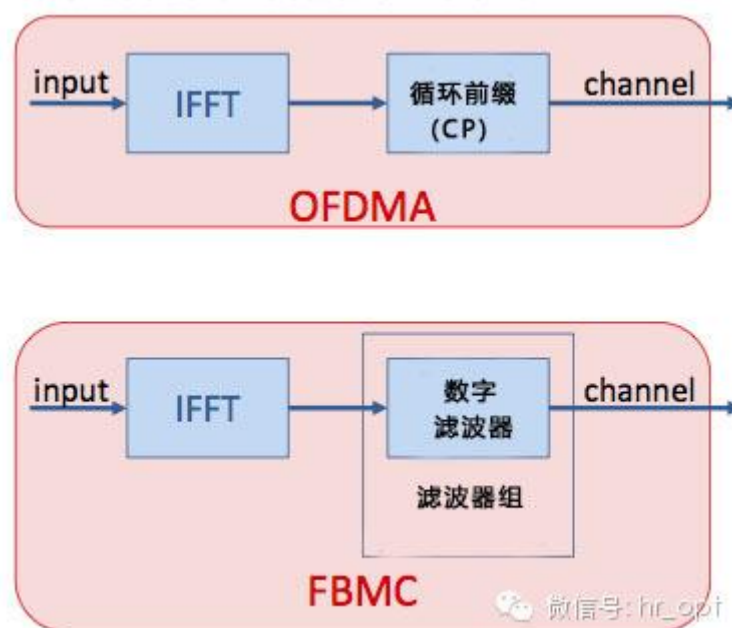
图7 NOMA在未来5G移动通信网络中的应用

来源：NTT DOCOMO于2014年9月发布的ドコモ5Gホワイトペーパー

NOMA 的另一优点是，无需知道每个信道的 CSI (信道状态信息)，从而有望在高速移动场景下获得更好的性能，并能组建更好的移动节点回程链路。

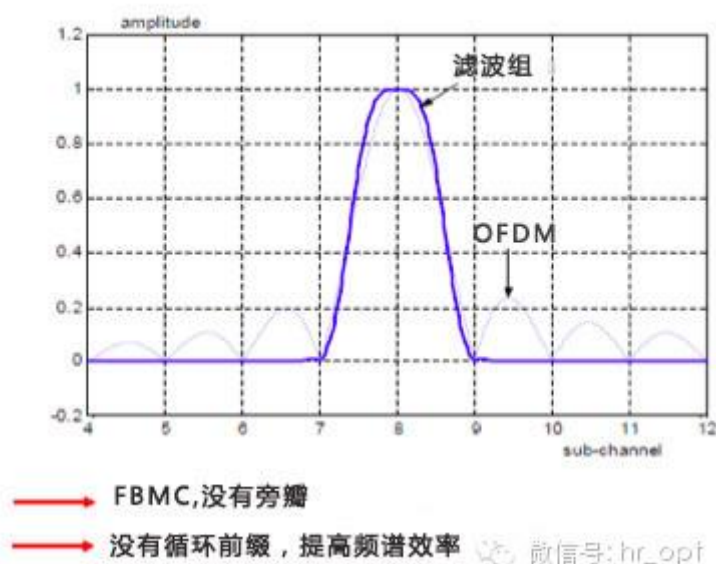
## 2. FBMC (滤波组多载波技术)

在 OFDM 系统中，各个子载波在时域相互正交，它们的频谱相互重叠，因而具有较高的频谱利用率。OFDM 技术一般应用在无线系统的数据传输中，在 OFDM 系统中，由于无线信道的多径效应，从而使符号间产生干扰。为了消除符号间干扰 (ISI)，在符号间插入保护间隔。插入保护间隔的一般方法是符号间置零，即发送第一个符号后停留一段时间(不发送任何信息)，接下来再发送第二个符号。在 OFDM 系统中，这样虽然减弱或消除了符号间干扰，由于破坏了子载波间的正交性，从而导致了子载波之间的干扰 (ICI)。因此，这种方法在 OFDM 系统中不能采用。在 OFDM 系统中，为了既可以消除 ISI，又可以消除 ICI，通常保护间隔是由 CP (Cycle Prefix，循环前缀来) 充当。CP 是系统开销，不传输有效数据，从而降低了频谱效率。



而 FBMC 利用一组不交叠的带限子载波实现多载波传输，FMC 对于频偏引起的载波间干扰非常小，不需要 CP（循环前缀），较大的提高了频率效率。

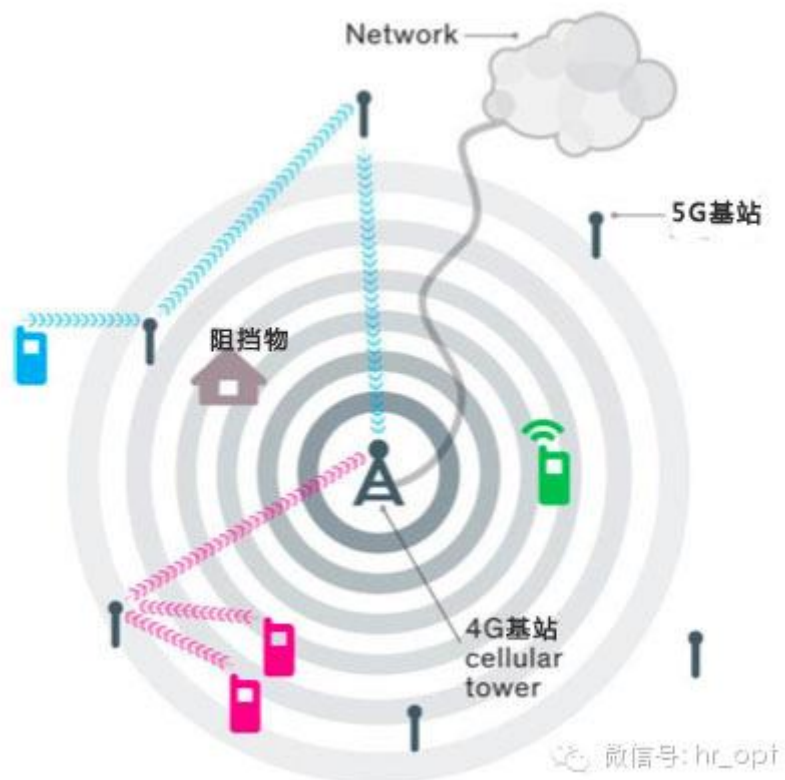
## OFDM和FBMC对比



### 3. 毫米波 ( millimetre waves , mmWaves)

什么叫毫米波？频率 30GHz 到 300GHz, 波长范围 10 到 1 毫米。

由于足够量的可用带宽，较高的天线增益，毫米波技术可以支持超高速的传输率，且波束窄，灵活可控，可以连接大量设备。以下图为例：



蓝色手机处于 4G 小区覆盖边缘，信号较差，且有建筑物（房子）阻挡，此时，就可以通过毫米波传输，绕过建筑物阻挡，实现高速传输。

同样，粉色手机同样可以使用毫米波实现与 4G 小区的连接，且不会产生干扰。

当然，由于绿色手机距离 4G 小区较近，可以直接和 4G 小区连接。

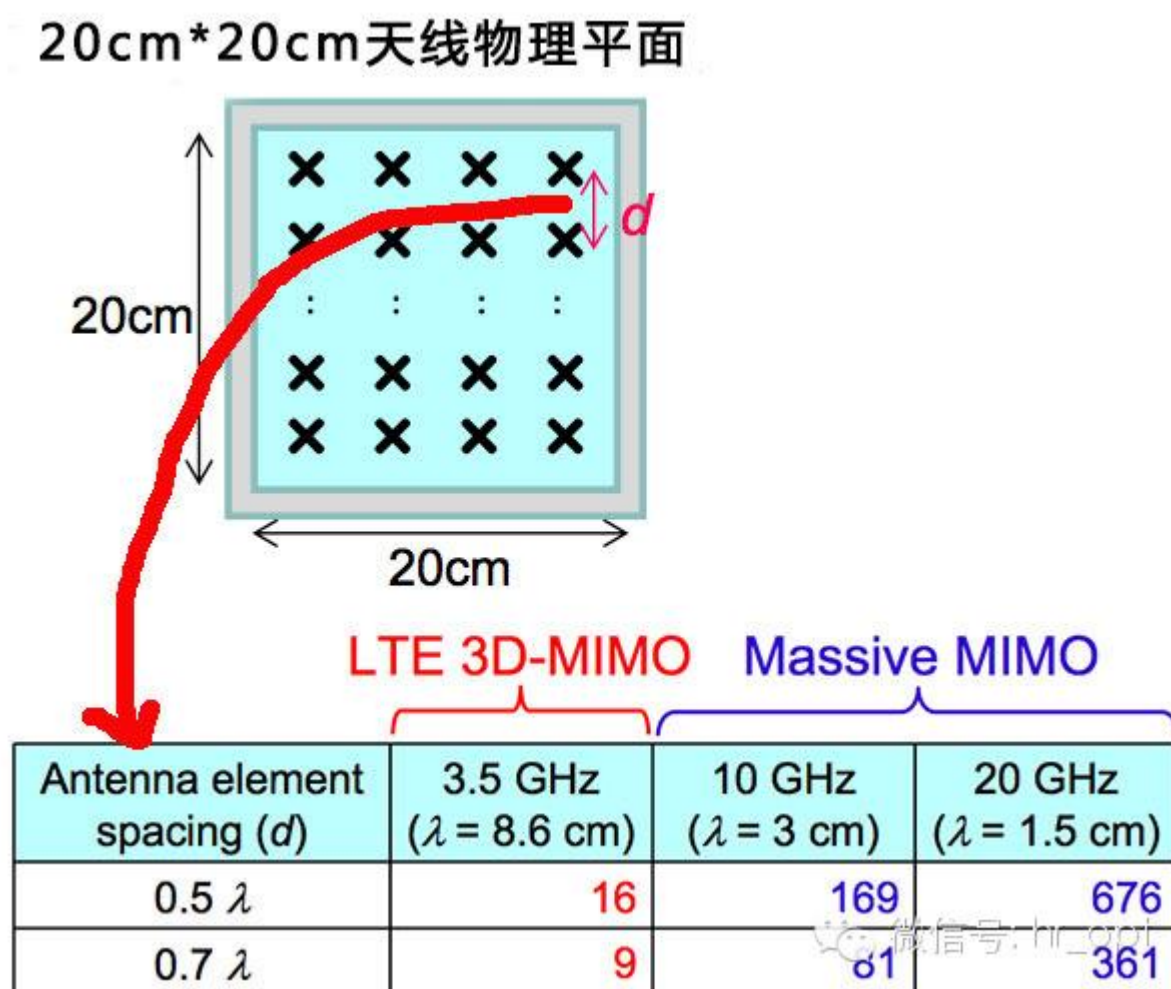
#### 4. 大规模 MIMO 技术（3D /Massive MIMO）

MIMO 技术已经广泛应用于 WIFI、LTE 等。理论上，天线越多，频谱效率和传输可靠性就越高。

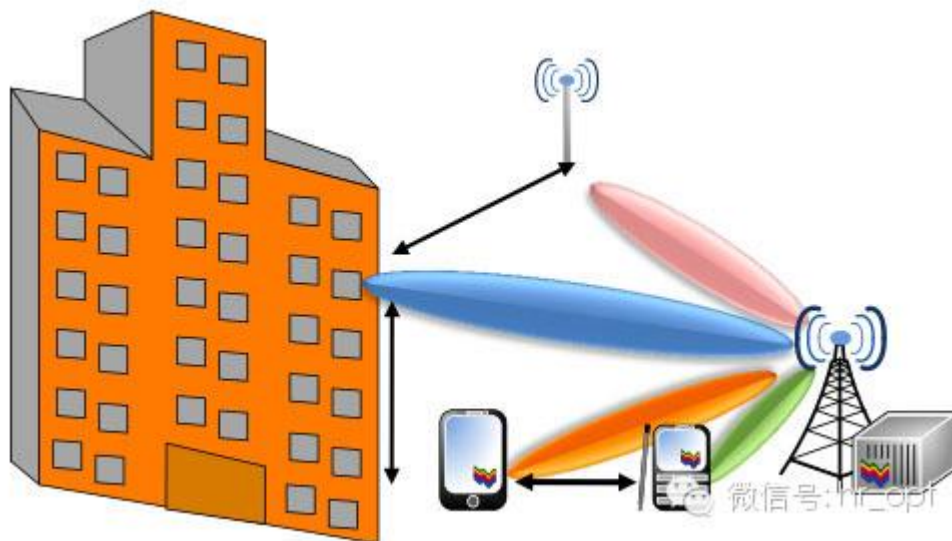


大规模 MIMO 技术可以由一些并不昂贵的低功耗的天线组件来实现，为实现  
在高频段上进行移动通信提供了广阔的前景，它可以成倍提升无线频谱效率，增强  
网络覆盖和系统容量，帮助运营商最大限度利用已有站址和频谱资源。

我们以一个 20 平方厘米的天线物理平面为例，如果这些天线以半波长的间距  
排列在一个个方格中，则：如果工作频段为 3.5GHz，就可部署 16 副天线；如工作  
频段为 10GHz，就可部署 169 根天线。。。。。



3D-MIMO 技术在原有的 MIMO 基础上增加了垂直维度，使得波束在空间上  
三维赋型，可避免了相互之间的干扰。配合大规模 MIMO，可实现多方向波束赋型。

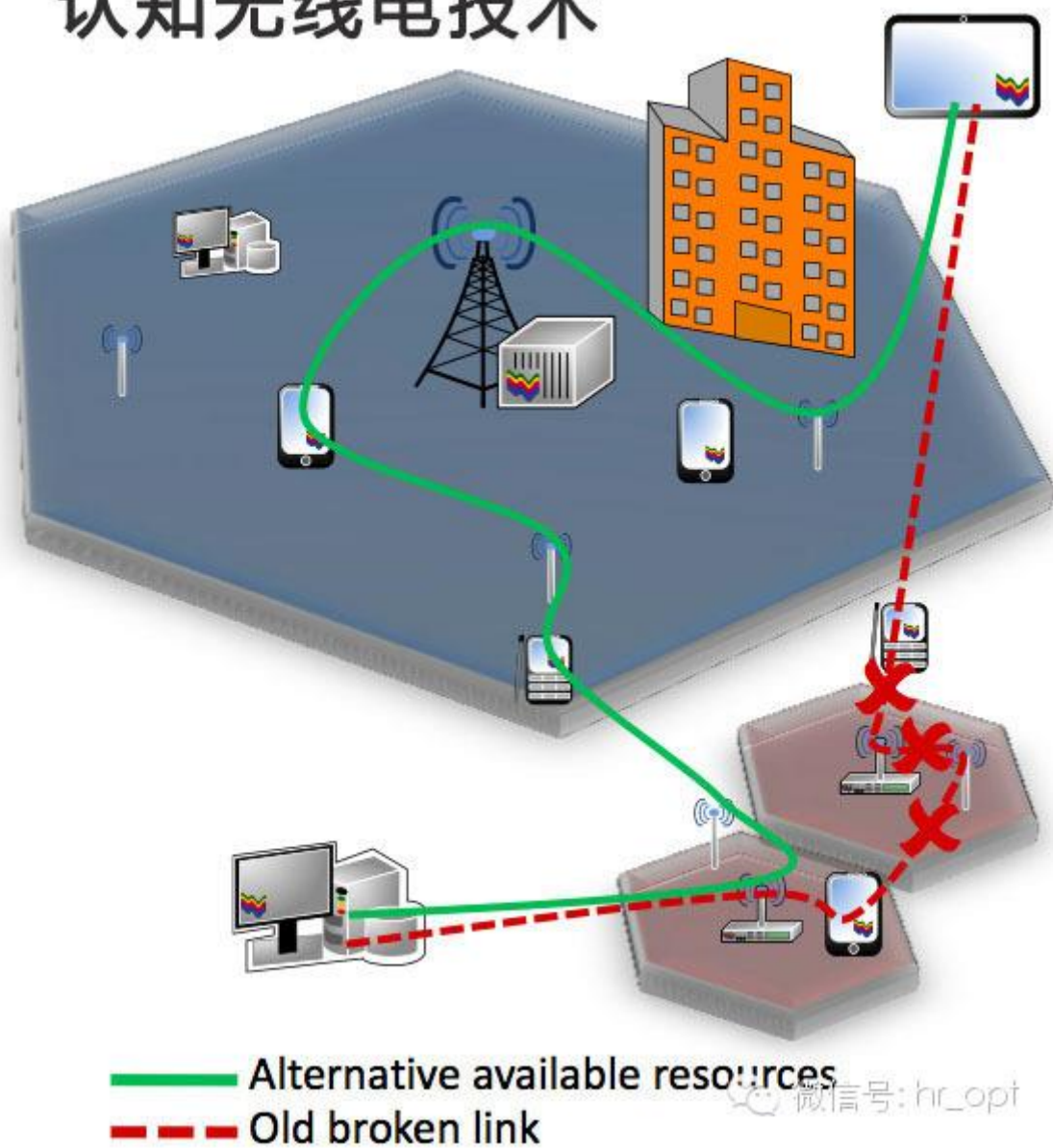


## 5. 认知无线电技术 (Cognitive radio spectrum sensing techniques)

认知无线电技术最大的特点就是能够动态的选择无线信道。在不产生干扰的前提下，手机通过不断感知频率，选择并使用可用的无线频谱。



# 认知无线电技术



## 6.超宽带频谱

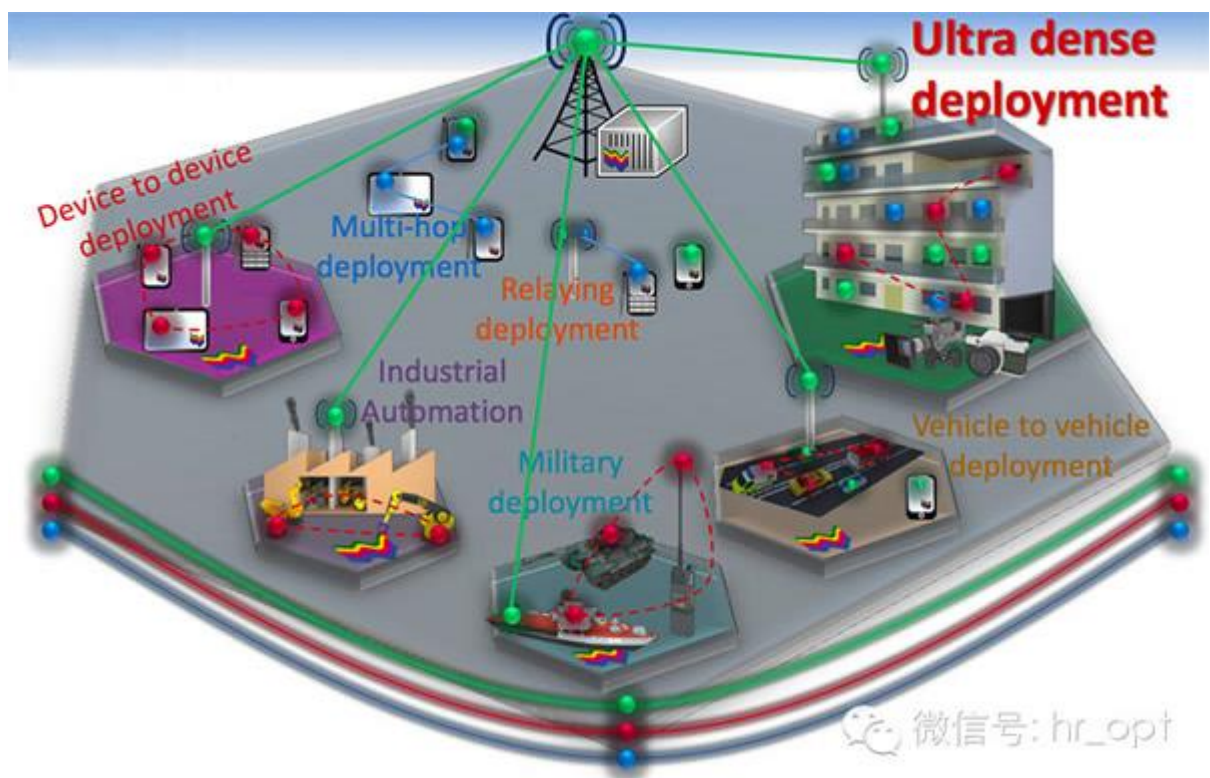
信道容量与带宽和 SNR 成正比，为了满足 5G 网络 Gpbs 级的数据速率，需要更大的带宽。

频率越高，带宽就越大，信道容量也越高。因此，高频段连续带宽成为 5G 的必然选择。

得益于一些有效提升频谱效率的技术（比如：大规模 MIMO），即使是采用相对简单的调制技术（比如 QPSK），也可以实现在 1Ghz 的超带宽上实现 10Gpbs 的传输速率。

## 7. ultra-dense Hetnets（超密度异构网络）

立体分层网络（HetNet）是指，在宏蜂窝网络层中布放大量微蜂窝（Microcell）、微微蜂窝（Picocell）、毫微微蜂窝（Femtocell）等接入点，来满足数据容量增长要求。

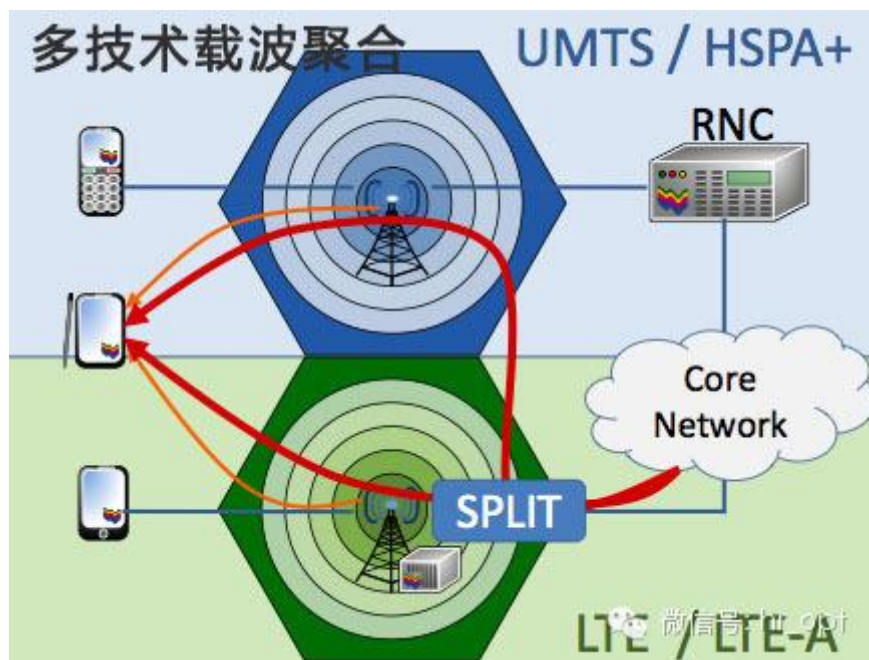


到了 5G 时代，更多的物-物连接接入网络，HetNet 的密度将会大大增加。

## 8. 多技术载波聚合（multi-technology carrier aggregation）

如果没有记错，3GPP R12 已经提到这一技术标准。

未来的网络是一个融合的网络 载波聚合技术不但要实现 LTE 内载波间的聚合，还要扩展到与 3G、WIFI 等网络的融合。



多技术载波聚合技术与 HetNet 一起，终将实现万物之间的无缝连接。

扫描二维码获取更多资料

