**移动通信的理解**

1. **移动通信发展的五个阶段**

第一阶段： 第一代移动通信模拟式（TACS）移动通信网 2009年5月底，全国移动电话用户数达到6.8亿，成为全球头号移动用户大国。

1G以模拟式蜂窝网为主要特征，最具代表性的是北美的AMPS、欧洲的TACS。

从技术上看，以解决用户这一动态性为核心。并适当考虑到第二重信道的动态性。采用频分多址FDMA方式实现对用户的动态寻址功能，并以蜂窝式的网络结构和频率规划实现载频再用方式，达到扩大覆盖范围和满足用户数量增长的需求。 在信道动态特性匹配上，适当采用性能优良的模拟调频方式，利用基站二重空间分集方式抵抗空间选择性衰落。

第二阶段： 第二代移动通信GSM系统是全球第一，CDMA系统也是数一数二的。

2G以数字化为主要特征，构成数字式蜂窝移动通信系统。代表性的有欧洲的时分多址（TDMA）GSM（Global System for Mobile Communications）、北美的码分多址（CDMA）的IS-95 两大系统，日本的PDC系统等。

从技术上看，以数字化为基础，较全面考虑信道与用户的二重动态特性及相应的匹配措施。主要实现措施：采用TDMA（GSM）、CDMA）（IS-95）方式实现对用户的动态寻址功能，并以数字式蜂窝网络结构和频率（相位）规划实现载频（相位）再用方式，从而扩大覆盖范围和满足用户数量增长的需求。在对信道动态特性的匹配上采取了下面的一系列措施：

●采用抗干扰性能优良的数字式调制：GMSK(GSM)、QPSK（IS-95），性能优良的抗干扰纠错编码：卷积码（GSM、IS-95）、级联码（GSM）;

●采用功率控制技术抵抗慢衰落与远近效应，这对于CDMA方式的IS-95尤为重要；

●采用自适应均衡（GSM）和Rake接收（IS-95）抗频率选择性衰落与多径干扰；

●采用信道交织编码。如采用帧间交织方式（GSM）和块交织方式（IS-95）抗时间选择性衰落；

●基站采用空间或极化分集方式抗空间选择性衰落。

第三阶段： 第三代移动通信 中国移动 TD-SCDMA； 中国电信 CDMA2000； 中国联通 WCDMA 我国进入3G移动通信的全面运营阶段。

3G以多媒体业务为主要特征，最具代表性的是北美的CDMA2000和WiMax TDD、欧洲和日本的WCDMA及我国提出的TD-SCDMA四大系统，另外还有欧洲的DECT及北美的UMC-136.

从技术上看，在2G系统适配信道与用户二重动态特性的基础上又引入了业务的动态性，即在3G系统中，用户业务既可以是单一的语音、数据、图像，也可以是多媒体业务，且用户选择业务是随机的，这第三重动态性的引入使系统大大复杂化。主要实现措施有：

●继续采用2G中所采用的所有行之有效的措施；

●对CDMA扩频方式应一分为二，一方面扩频提高了抗干扰性，提高了通信的容量；另一方面由于扩频码互相关性能的不理想，使多址干扰、远近效应影响增大，并且对功率控制提出了更高的要求；

●为了克服CDMA中的多址干扰，在3G系统中，上行链路建议采用多用户检测与智能天线技术；下行链路采用发端分集、空时编码技术；

●为了实现与业务动态特性的匹配，3G中采用了可实现对不同速率业务（不同扩频比）间仍具有正交性能的OVSF（可变扩频比正交码）多址码；

●针对数据业务要求误码率低且实时性要求不高的特点，3G中对数据业务采用了性能更有优良的Turbo码；

第四阶段： 第四代移动通信

4G以宽带高速数据传输为主要特征，在IMT-Advanced框架下进行标准化。3GPP组织提出的LTE/LTE-Advanced、IEEE组织提出的WiMax 802.16m及3GPP2组织提出的UMB是代表性的标准答案。严格意义上来讲*LTE*只是*3.9G*，只有升级版的LTE Advanced才满足国际电信联盟对*4G*的要求。4G是集3G与WLAN于一体，并能够快速传输数据、高质量、音频、视频和图像等。4G能够以100Mbps以上的速度下载，比家用宽带ADSL（4兆）快25倍，并能够满足几乎所有用户对于无线服务的要求。

从技术上来看，它在3G系统支持信道和用户动态性的基础上，全面增强了对业务动态性的支持，并引入了网络动态性、网络扁平化与全IP化、多个无线接入网的交互操作和网络跨层优化得到强调与重视，打破了蜂窝网结构，引入了分布式网络作为补充。4G全面考虑并完善对信道、用户和业务的三重动态性匹配，并适当考虑网络的动态性能，尽力采用相对应措施实现多个无线接入网融合、固网与移动网融合。主要措施有：

●继续采用3G中所采用的所有行之有效的措施；

●为了支持高速数据传输，采用了OFDMA/SC-FDMA高效多址接入技术，可以灵活动态地支持从低速VoIP业务到超高速的视频业务；

●全面引入了MIMO技术，通过与OFDMA技术结合，进一步提高了系统频谱效率。

●广泛采用了自适应编码调制（AMC）与混合自动重传（HAPQ）技术，更好地动态适配信道变化；

●采用小区间干扰协调技术，有效克服同频干扰。

第五阶段： 第五代通信技术

5G是最新一代蜂窝移动通信技术，是4G（LTE-A、 WiMax）、3G（UMTS、LTE）和2G（GSM）系统后的延伸。5G的性能目标是高数据速率、减少延迟、节省能源、降低成本、提高系统容量和大规模设备连接。Release-15中的5G规范的第一阶段是为了适应早期的商业部署。Release-16的第二阶段将于2020年4月完成，作为IMT-2020技术的候选提交给国际电信联盟（ITU）。

 5G网络的主要优势在于，数据传输速率远远高于以前的蜂窝网络，最高可达10 Gbit/s，比当前的有线互联网要快，比先前的4G LTE蜂窝网络快100倍。另一个优点是较低的网络延迟（更快的响应时间），低于1毫秒，而4G为30-70毫秒。由于数据传输更快，5G网络将不仅仅为手机提供服务，而且还将成为一般性的家庭和办公网络提供商，与有线网络提供商竞争。

1. **移动网络的特点与概念**

移动网络通信是现代通信网中的一个重要组成部分，现代通信网主要由下列4个部分组成。

●终端机

主要功能是将待传送的信息转换成电信号并送入网内，同时从网上提取所需的信息。

●信道

载荷信息的信号所传送的通道，包含固体介质的传输线、电缆、光缆，空气介质的无线信道等，移动通信为变参量的时变信道。

●变换设施

功能是将点对点的通信组成多点对多点的通信网。电话网是通过电路交换转接的交换机来实现的；数据网可以采用电路转接的交换机，但效率更高的是采用分组信息包转接即包交换方式；在移动通信中，还采用一种无须将信息送至转接站或交换点上进行交换，而是利用用户的地址信息直接送至线路或传输链路进行交换的技术，一般称之为多址接入技术。

●信令与协议

设备之间相互交换信息，必须有一些规范性的约定，在电话网中称为信令，在计算机与数据网中则被称为协议。用来协调网内、网间运行以达到互通互控的目的。

1. **GSM/WCDMA/CDMA/LTE /NB-IOT/eMTC的知识原理**

GSM

GSM是全球移动通信系统（Global System for Mobile Communications ）的缩写。由[欧洲电信标准组织](https://baike.baidu.com/item/%E6%AC%A7%E6%B4%B2%E7%94%B5%E4%BF%A1%E6%A0%87%E5%87%86%E7%BB%84%E7%BB%87)[ETSI](https://baike.baidu.com/item/ETSI)制订的一个[数字移动通信](https://baike.baidu.com/item/%E6%95%B0%E5%AD%97%E7%A7%BB%E5%8A%A8%E9%80%9A%E4%BF%A1)标准。它的空中接口采用时分多址技术。自90年代中期投入商用以来，被全球超过100个国家采用。GSM标准的设备占据当前全球蜂窝移动通信设备市场80%以上。GSM 较之它以前的标准最大的不同是它的[信令](https://baike.baidu.com/item/%E4%BF%A1%E4%BB%A4/99474)和语音[信道](https://baike.baidu.com/item/%E4%BF%A1%E9%81%93/499862)都是数字式的，因此GSM被看作是第二代 (2G)移动电话系统。 这说明数字通讯从很早就已经构建到系统中。GSM是一个当前由[3GPP](https://baike.baidu.com/item/3GPP)开发的开放标准。

GSM网络一共有4种不同的蜂窝单元尺寸：巨蜂窝，[微蜂窝](https://baike.baidu.com/item/%E5%BE%AE%E8%9C%82%E7%AA%9D)，微微蜂窝和伞蜂窝。覆盖面积因不同的环境而不同。巨蜂窝可以被看作那种基站天线安装在天线杆或者建筑物顶上那种。微蜂窝的天线高度低于平均建筑高度，一般用于市区内。微微蜂窝是很小的蜂窝只覆盖几十米的范围，主要用于室内。伞蜂窝是用于覆盖更小的蜂窝网的盲区，填补蜂窝之间的信号空白区域。

[蜂窝](https://baike.baidu.com/item/%E8%9C%82%E7%AA%9D)半径范围根据天线高度、增益和传播条件可以从百米以上至数十公里。实际使用的最长距离GSM规范支持到35公里。还有个扩展蜂窝的概念，蜂窝半径可以增加一倍甚至更多。

GSM同样支持室内覆盖，通过[功率分配器](https://baike.baidu.com/item/%E5%8A%9F%E7%8E%87%E5%88%86%E9%85%8D%E5%99%A8)可以把室外天线的功率分配到室内天线分布系统上。这是一种典型的配置方案，用于满足室内高密度通话要求，在购物中心和机场十分常见。然而这并不是必须的，因为室内覆盖也可以通过无线信号穿越建筑物来实现，只是这样可以提高信号质量减少干扰和回声。

GSM系统主要由移动台（MS）、移动网子系统（NSS）、基站子系统（BSS）和操作维护中心（OMC）四部分组成。

●[移动台](https://baike.baidu.com/item/%E7%A7%BB%E5%8A%A8%E5%8F%B0)（MS）

移动台是公用GSM移动通信网中用户使用的设备，也是用户能够直接接触的整个GSM系统中的唯一设备。移动台的类型不仅包括手持台，还包括车载台和便携式台。随着GSM标准的数字式手持台进一步小型、轻巧和增加功能的发展趋势，手持台的用户将占整个用户的极大部分。

●[基站子系统](https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%BA%E7%AB%99%E5%AD%90%E7%B3%BB%E7%BB%9F)（BSS）

基站子系统（BSS）是GSM系统中与无线蜂窝方面关系最直接的基本组成部分。它通过无线接口直接与移动台相接，负责无线发送接收和无线资源管理。另一方面，基站子系统与网络子系统（NSS）中的移动业务交换中心（MSC）相连，实现移动用户之间或移动用户与固定网路用户之间的通信连接，传送系统信号和用户信息等。当然，要对BSS部分进行操作维护管理，还要建立BSS与操作支持子系统（OSS）之间的通信连接。

●移动网子系统（[NSS](https://baike.baidu.com/item/NSS)）

移动网子系统（NSS）主要包含有GSM系统的交换功能和用于用户数据与移动性管理、安全性管理所需的数据库功能，它对GSM移动用户之间通信和GSM移动用户与其它通信网用户之间通信起着管理作用。NSS由一系列功能实体构成，整个GSM系统内部，即NSS的各功能实体之间和NSS与BSS之间都通过符合CCITT信令系统No.7 协议和GSM规范的7号信令网路互相通信。

●操作维护中心（OMC）

操作维护中心（OMC）又称OSS或M2000，需完成许多任务，包括移动用户管理、移动设备管理以及网路操作和维护。

频率配置

GSM 900MHz频段

GSM 900MHz频段双工间隔为45MHz，有效带宽为25MHz，124个载频，每个载频8个信道。

GSM900 ：

上行（MHz）890-915；下行（MHz）935-960（GSM最先实现的频段，也是使用最广的频段）

GSM900E ：

上行（MHz）880-915；下行（MHz）925-960（900MHz扩展频段）

中国GSM900使用频率

①中国移动

●上行频段：890-909 MHz

●下行频段：935-954 Mhz

②中国联通

●上行频段：909-915 MHz

●下行频段：954-960 Mhz

DCS1800MHz频段

GSM 1800MHz频段双工间隔为95MHz，有效带宽为75MHz，374个载频，每个载频8个信道。

GSM1800 ：

上行（MHz）1710-1755；

下行（MHz）1805-1880（适用于对信道容量需求大的市场，应用范围仅次于900M。）

中国DCS1800使用频率

①[中国移动](https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E7%A7%BB%E5%8A%A8)

●上行[频段](https://baike.baidu.com/item/%E9%A2%91%E6%AE%B5)：1710-1720 MHz

●下行频段：1805-1815 Mhz

②[中国联通](https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E8%81%94%E9%80%9A)

●上行频段：1745-1755 Mhz

●下行频段：1840-1850 MHz

GSM特点

防盗拷能力佳、网络容量大、手机号码资源丰富、通话清晰、稳定性强不易受干扰、信息灵敏、通话死角少、手机耗电量低、机卡分离。

技术特点：

1.频谱效率。由于采用了高效调制器、信道编码、交织、均衡和语音编码技术，使系统具有高频谱效率。

2.容量。由于每个信道传输带宽增加，使同频复用载干比要求降低至9dB，故GSM系统的同频复用模式可以缩小到4/12或3/9甚至更小（模拟系统为7/21）；加上半速率话音编码的引入和自动话务分配以减少越区切换的次数，使GSM系统的容量效率（每兆赫每小区的信道数）比TACS系统高3～5倍。

3.话音质量。鉴于数字传输技术的特点以及GSM规范中有关空中接口和话音编码的定义，在门限值以上时，话音质量总是达到相同的水平而与无线传输质量无关。

4.开放的接口。GSM标准所提供的开放性接口，不仅限于空中接口，而且包括网络之间以及网络中各设备实体之间，例如A接口和Abis接口。

5. 安全性。通过鉴权、加密和TMSI号码的使用，达到安全的目的。鉴权用来验证用户的入网权利。加密用于空中接口，由[SIM卡](https://baike.baidu.com/item/SIM%E5%8D%A1)和网络AUC的密钥决定。TMSI是一个由业务网络给用户指定的临时识别号，以防止有人跟踪而泄漏其地理位置。

6.与ISDN、PSTN等的互连。与其他网络的互连通常利用现有的接口，如ISUP或TUP等。

7.在SIM卡基础上实现漫游。漫游是移动通信的重要特征，它标志着用户可以从一个网络自动进入另一个网络。GSM系统可以提供全球漫游，当然也需要网络运营者之间的某些协议，例如计费。

CDMA

码分多址(CDMA)是在数字技术的分支--扩频通信技术上发展起来的一种崭新而成熟的无线通信技术。CDMA技术的原理是基于扩频技术，即将需传送的具有一定信号带宽信息数据，用一个带宽远大于信号带宽的高速伪随机码进行调制，使原数据信号的带宽被扩展，再经载波调制并发送出去。接收端使用完全相同的伪随机码，与接收的带宽信号作相关处理，把宽带信号换成原信息数据的窄带信号即解扩，以实现信息通信。CDMA是指一种扩频多址数字式通信技术，通过独特的代码序列建立信道，可用于二代和三代无线通信中的任何一种协议。CDMA是一种多路方式，多路信号只占用一条信道，极大提高带宽使用率，应用于800MHz和1.9GHz的特高频(UHF)移动电话系统。CDMA使用带扩频技术的模-数转换(ADC)，输入音频首先数字化为二进制元。传输信号频率按指定类型编码，因此只有频率响应编码一致的接收机才能拦截信号。由于有无数种频率顺序编码，因此很难出现重复，增强了保密性。CDMA通道宽度名义上1.23MHz，网络中使用软切换方案，尽量减少手机通话中信号中断。数字和扩频技术的结合应用使得单位带宽信号数量比模拟方式下成倍增加，CDMA与其他蜂窝技术兼容，实现全国漫游。最初仅用于美国蜂窝电话中CMDAOne标准只提供单通道14.4Kbps和八通道115Kbps的传输速度。CDMA2000和宽带CDMA速度已经成倍提高。

通信原理

CDMA通信系统中，不同用户传输信息所用的信号不是靠频率不同或时隙不同来区分，而是用各自不同的编码序列来区分，或者说，靠信号的不同波形来区分。如果从频域或时域来观察，多个CDMA信号是互相重叠的。接收机用相关器可以在多个CDMA信号中选出其中使用预定码型的信号。其它使用不同码型的信号因为和接收机本地产生的码型不同而不能被解调。它们的存在类似于在信道中引入了噪声和干扰，通常称之为多址干扰。

在CDMA蜂窝通信系统中，用户之间的信息传输是由基站进行转发和控制的。为了实现双工通信，正向传输和反向传输各使用一个频率，即通常所谓的频分双工。无论正向传输或反向传输，除去传输业务信息外，还必须传送相应的控制信息。为了传送不同的信息，需要设置相应的信道。但是，CDMA通信系统既不分频道又不分时隙，无论传送何种信息的信道都靠采用不同的码型来区分。类似的信道属于逻辑信道，这些逻辑信道无论从频域或者时域来看都是相互重叠的，或者说它们均占用相同的频段和时间。

技术特点

1．CDMA是扩频通信的一种，它具有扩频通信的以下特点：

⑴抗干扰能力强。这是扩频通信的基本特点，是所有通信方式无法比拟的。

⑵宽带传输，抗衰落能力强。

⑶由于采用宽带传输，在信道中传输的有用信号的功率比干扰信号的功率低得多，因此信号好像隐蔽在噪声中；即功率谱密度比较低，有利于信号隐蔽。

⑷利用扩频码的相关性来获取用户的信息，抗截获的能力强。

2．在扩频CDMA通信系统中，由于采用了新的关键技术而具有一些新的特点：

⑴采用了多种分集方式。除了传统的空间分集外。由于是宽带传输起到了频率分集的作用，同时在基站和移动台采用了RAKE接收机技术，相当于时间分集的作用。

⑵采用了话音激活技术和扇区化技术。因为CDMA系统的容量直接与所受的干扰有关，采用话音激活和扇区化技术可以减少干扰，可以使整个系统的容量增大。

⑶采用了移动台辅助的软切换。通过它可以实现无缝切换，保证了通话的连续性，减少了掉话的可能性。处于切换区域的移动台通过分集接收多个基站的信号，可以减低自身的发射功率，从而减少了对周围基站的干扰，这样有利于提高反向联路的容量和覆盖范围。

⑷采用了功率控制技术，这样降低了平准发射功率。

⑸具有软容量特性。可以在话务量高峰期通过提高误帧率来增加可以用的信道数。当相邻小区的负荷一轻一重时，负荷重的小区可以通过减少导频的发射功率，使本小区的边缘用户由于导频强度的不足而切换到相临小区，使负担分担。

⑹兼容性好。由于CDMA的带宽很大，功率分布在广阔的频谱上，功率话密度低，对窄带模拟系统的干扰小，因此两者可以共存。即兼容性好。

⑺CDMA的频率利用率高，不需频率规划，这也是CDMA的特点之一。

⑻CDMA高效率的OCELP话音编码。话音编码技术是数字通信中的一个重要课题。OCELP是利用码表矢量量化差值的信号，并根据语音激活的程度产生一个输出速率可变的信号。这种编码方式被认为是效率最高的编码技术，在保证有较好话音质量的前提下，大大提高了系统的容量。这种声码器具有8kbit/S和13kbit/S两种速率的序列。8kbit/S序列从1.2kbit/s到9.6kbit/s可变，13kbit/S序列则从1.8kbt/s到14.4kbt/S可变。最近，又有一种8kbit/sEVRC型编码器问世，也具有8kbit/s声码器容量大的特点，话音质量也有了明显的提高。

CDMA移动通信网是由扩频、[多址接入](https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%9A%E5%9D%80%E6%8E%A5%E5%85%A5)、蜂窝组网和频率复用等几种技术结合而成，含有频域、时域和码域三维信号处理的一种协作，因此它具有抗干扰性好，抗多径衰落，保密安全性高，同频率可在多个小区内重复使用，容量和质量之间可做权衡取舍等属性。这些属性使CDMA比其它系统有很大的优势。

WCDMA

宽带码分多址（[英语](https://baike.baidu.com/item/%E8%8B%B1%E8%AF%AD/109997)：Wideband Code Division Multiple Access，常简写为W-CDMA）是一种[3G](https://baike.baidu.com/item/3G)[蜂窝网络](https://baike.baidu.com/item/%E8%9C%82%E7%AA%9D%E7%BD%91%E7%BB%9C/1372681)，使用的部分协议与[2G](https://baike.baidu.com/item/2G) [GSM](https://baike.baidu.com/item/GSM)标准一致。具体一点来说，W-CDMA是一种利用[码分多址](https://baike.baidu.com/item/%E7%A0%81%E5%88%86%E5%A4%9A%E5%9D%80/2503754)复用（或者[CDMA](https://baike.baidu.com/item/CDMA) 通用 复用技术，不是指[CDMA](https://baike.baidu.com/item/CDMA)标准）方法的宽带扩频3G移动通信空中接口。宽带码分多址（WCDMA）技术以其自身的技术优势成为3G的主流技术之一。

技术特点

1. 基站同步方式：支持异步和同步的基站运行方式，灵活组网

2. 信号带宽：5MHz；码片速率：3.84Mcps

3. 发射分集方式：TSTD（时间切换发射分集）、STTD（时空编码发射分集）、FBTD（反馈发射分集）

4. 信道编码：卷积码和Turbo码，支持2M速率的数据业务

5. 调制方式：上行：BPSK；下行：QPSK

6. 功率控制：上下行闭环功率控制，外环功率控制

7. 解调方式：导频辅助的相干解调

8. 语音编码：AMR，与GSM兼容

9. 核心网络基于GSM/GPRS网络的演进，并保持与GSM/GPRS网络的兼容性

10. MAP技术和GPRS隧道技术是WCDMA体制的移动性管理机制的核心，保持与GPRS网络的兼容性

11. 支持软切换和更软切换

12. 基站无需严格同步，组网方便

优势

WCDMA-FDD的优势在于，码片速率高，有效地利用了频率选择性分集和空间的接收和发射分集，可以解决多径问题和衰落问题，采用Turbo信道编解码，提供较高的数据传输速率，FDD制式能够提供广域的全覆盖，下行基站区分采用独有的小区搜索方法，无需基站间严格同步。采用连续导频技术，能够支持高速移动终端。相比第二代的移动通信制式，WCDMA具有：更大的系统容量、更优的话音质量、更高的频谱效率、更快的数据速率、更强的抗衰落能力、更好的抗多径性、能够应用于高达500km/h的移动终端的技术优势，而且能够从GSM系统进行平滑过渡，保证运营商的投资，为[3G](https://baike.baidu.com/item/3G)运营提供了良好的技术基础。

关键技术

WCDMA产业化的关键技术包括射频和基带处理技术，具体包括射频、中频数字化处理，RAKE接收机、信道编解码、功率控制等关键技术和多用户检测、智能天线等增强技术。

LTE

[LTE](https://baike.baidu.com/item/LTE)（Long Term Evolution，长期演进)是由[3GPP](https://baike.baidu.com/item/3GPP)（The 3rd Generation Partnership Project，第三代合作伙伴计划）组织制定的[UMTS](https://baike.baidu.com/item/UMTS)（Universal Mobile Telecommunications System，通用[移动通信系统](https://baike.baidu.com/item/%E7%A7%BB%E5%8A%A8%E9%80%9A%E4%BF%A1%E7%B3%BB%E7%BB%9F/6106654)）技术标准的长期演进，是3G与4G技术之间的一个过渡，是3.9G的全 球标准。它改进并增强了3G的空中接入技术，采用 OFDM和MIMO作为其无线网络演进的唯一标准。在 20MHz频谱带宽下提供下行100Mbit/s与上行50Mbit/s 的峰值速率，改善了小区边缘用户的性能，提高小区 容量和降低系统延迟。

LTE技术主要存在TDD和FDD两种主流模式，两种模式各具特色。其中，FDD-LTE在国际中应用广泛，而TD-LTE在我国较为常见。FDD系统空口上下行采用成对的频段接收和发送数据，而TDD系统上下行则使用相同的频段在不同的时隙上传输，较FDD双工方式，TDD有着较高的频谱利用率。

技术架构

LTE网络结构和空中接口协议：LTE采用由Node B构成的单层结构，这样有利于简化网络和减小延迟，实现低时延、低复杂度和低成本的要求。与传统的3GPP接入网相比，LTE减少了RNC节点，对3GPP的整个体系架构进行了变革，逐步趋近于典型的IP宽带网结构。

技术特点

LTE系统引入了OFDM(正交频分复用)和MIMO(多输入多输出)等关键技术，显著增加了频谱效率和数据传输速率，并支持多种带宽分配：1.4MHz，3MHz，5MHz，10MHz，15MHz和20MHz等，且支持全球主流2G/3G频段和一些新增频段，因而频谱分配更加灵活，系统容量和覆盖也显著提升。LTE系统网络架构更加扁平化简单化，减少了网络节点和系统复杂度，从而减小了系统时延，也降低了网络部署和维护成本。

LTE网络有能力提供300Mbit/s的下载速率和75Mbit/s的上传速率。在E-UTRA环境下可借助QOS技术实现低于5ms的延迟。LTE可提供高速移动中的通信需求，支持多播和广播流。LTE频段扩展度好，支持1.4MHZ至20MHZ的时分多址和码分多址频段。

LTE Advanced

LTE-Advanced（LTE-A）是[LTE](https://baike.baidu.com/item/LTE)的演进版本，其目的是为满足无线通信市场的更高需求和更多应用，满足和超过IMT-Advanced的需求，同时还保持对LTE较好的后向兼容性，满足了4G的标准。

NB-IOT和eMTC

3GPP规范中有三种关于物联网的无线连接技术，一种是NB-IOT（窄带物联网），第二种是ECGSM,第三种是eMTC。ECGSM是基于GSM技术的，已经慢慢退出市场。物联网技术是低功耗、广域网（LPWAN）的天下，NB-LOT与eMTC同属于低功耗广域网技术，两者在技术上互有优势。

NB-IOT：窄带物联网（Narrow Band Internet of Things）

eMTC：LTE-M，即LTE-Machine-to-Machine，是基于LTE演进的物联网技术。

NB和eMTC主要是面向低速物联网领域，NB作为一个新制式，在成本/覆盖/功耗/连接数等技术做到了极致。 eMTC设计上考虑LTE蜂窝网兼容，对要求时延，语音，移动性的物联网领域更占优势，如穿戴类设备。

NB-IOT关键特性：

①大连接

支持每小区5万个连接

窄带支持更多用户

低占空比的话务模型

小包传输优化空口信令开销，减少无线资源占用

数据传输优化，终端上下文信息存储

② 低功耗

电池寿命支持10年

**芯片复杂度降低**，工作电流小

**空口信令简化**，减少单次传输功耗

PSM(Power Saving Mode)功耗仅15uW

eDRX(Extended DRX)扩展DRX周期，最长2.91小时

**长周期TAU**，减少发送位置更新，降低功耗

③ 覆盖增强

NB-IoT与其他系统覆盖对比，20dB+覆盖增强用于提升室内覆盖深度和覆盖概率

NB-IOT和eMTC的关键指标对比

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 物联网关键需求 | 速率 | 覆盖增强 | 低功耗 | 语音 | 时延 | 低成本 | 大连接 | 业务 |
| eMTC | <1Mbps | 15 dB+ | 5-10年 | 支持 | 100ms-1s | <10$/模组 | 50k/小区（1.4MHz） | 定位：50m  广播多播 |
| NB-IOT | <200Kbps | 20 dB + | 10年 | 不支持 | 1-10s | <5$/模组 | 100k/小区  （200KHz） | 定位：50m  广播多播 |

物联网应用可根据速率、时延及可靠性等要求，主要分为三大类：

场景一：低时延、高可靠性业务。该类业务对吞吐率、时延或可靠性要求较高，典型应用包含车联网、远程医疗等；

场景二：中等需求类业务。对吞吐率要求中等或偏低，部分应用有移动性及语音方面的要求，对覆盖与成本也有一定的限制，其典型业务主要有智能家防，可穿戴设备等；

场景三：LPWA（Low Power Wide Area）业务。主要特征包括低功耗、物流、资产追踪等。

其中，LPWA业务的连接需求规模最大。

低功耗原理

PSM、eDRX是NB-IOT和eMTC的低功耗技术。

PSM（Power Saving Mode）：是低功耗模式，原理是允许UE在进入空闲态一段时间后，关闭信号的收发和AS（接入层）相关功能，相当于部分关机，从而减少天线、射频、信令处理等的功耗消耗。

eDRX（Extended Discontinuours Reception）：即非连续接收。eDRX的寻呼周期由网络侧在ATTACH和TAU消息中指定（UE可以指定建议值），可为20s，80s，……..最长可达40min。

PSM和eDRX虽然让终端耗电量大大降低，但是都付出了实时性的代价。对于有远程不定期监控需求且实时性要求很高的场景，不适合开启PSM功能。如果允许一定的时延，最好采用eDRX技术，并且将寻呼周期设的尽量短些。