

传播特性（一）

移动通信的一个重要基础是无线电波的传播，无线电波通过多种方式从发射天线传播到接收天线，我们按照无线电波的波长人为地把电波分为长波（波长 1000 米以上），中波（波长 100-1000 米），短波（波长 10-100 米），超短波和微波（波长为 10 米以下）等等。为了更好地说明移动通信的问题，我们先介绍一下电波的各种传播方式：

1. 表面波传播

表面波传播是指电波沿着地球表面传播的情况。这时电波是紧靠着地面传播的，地面的性质，地貌，地物等的情况都会影响电波的传播。

当电波紧靠着实际地面--起伏不平的地面传播时，由于地球表面是半导体，因此一方面使电波发生变化和引起电波的吸收。另一方面由于地球表面是球型，使沿它传播的电波发生绕射。

从物理知识中我们已经知道，只有当波长与障碍物高度可以比较的时候，才能有绕射功能。由此可知，在实际情况中只有长波，中波以及短波的部分波段能绕过地球表面的大部分障碍到达较远的地方。在短波的部分波段和超短波，微波波段，由于障碍高度比波长大，因而电波在地面上不绕射，而是按直线传播。

2. 天波传播

短波能传至地球上较远的地方，这种现象并不能用绕射或其他的现象做解释。直到 1925 年，利用在地面上垂直向上发射一个脉冲，并收到其反射回波，才直接证明了高层大气中存在电离层。籍此电离层的反射作用，电波在地面与电离层之间来回反射传播至较远的地方。我们把经过电离层反射到地面的电波叫作天波。

电离层是指分布在地球周围的大气层中，从 60km 以上的电离区域。在这个区域中，存在有大量的自由电子与正离子，还可能有大量的负离子，以及未被电离的中性离子。发现电离层后，尤其近三四十年来，随着火箭与卫星技术的发展，利用这些工具对电离层进行了深入的试验和研究。当前电离层的研究已经成为空间物理的一个重要的组成部分，其研究的范围范围和频段也日益宽广。

在电离层中，当被调制的无线电波信号在电离层内传播时，组成信号的不同频率成分有着不同的传播速度。所以波形会发生失真。这就是电离层的色散性。同时，由于自由电子受电波电场作用而发生运动，所以当电波经过电离层，其能量会被吸收一部分。而且，从电离层吸收电波的规律看，若使用电波的工作频率太低，则电离层对电波的吸收作用很强。所以天波传播中有一个最低可用频率，低于这个频率，就会因为电离层对电波的吸收作用太大而无法工作。

传播特性（二）

1. 空间波传播

当发射以及接收天线架设得较高的时候，在视线范围内，电磁波直接从发射天线传播到接收天线，另外还可以经地面反射而到达接收天线。所以接收天线处的场强是直接波和反射波的合成场强，直接波不受地面影响，地面反射波要经过地面的反射，因此要受到反射点地质地形的影响。

空间波在大气的底层传播，传播的距离受到地球曲率的影响。收，发天线之间的最大距离被限制在视线范围内，要扩大通信距离，就必须增加天线高度。一般地说，视线距离可以达到 50km 左右。空间波除了受地面的影响以外，还受到低空大气层即对流层的影响。移动通信中，电波主要以空间波的形式传播。类似的还有微波传播。

2. 散射传播

大气对流层中，除了有规则的片状或层状气流外，还存在有不规则的气流，这类似于水流中漩涡的不均匀体。相应的，在电离层中则有电子密度的不均匀性。当天线辐射出去的电波，投射到这些不均匀体的时候，类似于光的散射和反射现象，电波发生散射或反射，一部分能量传播到接收点，这种传播称为散射传播。这种通信方式通信距离可达 300 - 800km,适用于无法建立微波中继站的地区，例如用于海岛之间和跨越湖泊，沙漠，雪山等地区。但是，由于散射信号相当微弱，所以散射传播接收点的接收信号也相当微弱，即传播损耗很大，这样，散射通信必须采用大功率发射机，高灵敏度接收机和高增益天线。

3. 外层空间传播

电磁波由地面发出（或返回），经低空大气层和电离层而到达外层空间的传播，如卫星传播，宇宙探测等均属于这种远距离传播。由于电磁波传播的距离很远，且主要是在大气以外的宇宙空间内进行，而宇宙空间近似于真空状态，因而电波在其中传播时，它的传输特性比较稳定。我们可以把电波穿过电离层外面的空间的传播，基本上当作自由空间中的传播来研究。至于电波在大气层中传播所受到的影响，可以在考虑这一简单情况基础上加以修正。

传播特性（三）

前面我们对电磁波的各种传播方式做了介绍，在这里，我们简单地介绍一下各个波段的传播特点，我们按照无线电波的波长人为地把电波分为长波（波长 1000 米以上），中波（波长 100-1000 米），短波（波长 10-100 米），超短波和微波（波长为 10 米以下）等等。各个波段的传播特点如下：

1. 长波传播的特点

由于长波的波长很长，地面的凹凸与其他参数的变化对长波传播的影响可以忽略。在通信距离小于 300km 时，到达接收点的电波，基本上是表面波。长波穿入电离层的深度很浅，受电离层变化的影响很小，电离层对长波的吸收也不大。因而长波的传播比较稳定。虽然长波通信在接收点的场强相当稳定，但是它有两个重要的缺点：

由于表面波衰减慢，发射台发出的表面波对其他接受台干扰很强烈。

天电干扰对长波的接收的影响严重，特别是雷雨较多的夏季。

2. 中波传播的特点

中波能以表面波或天波的形式传播，这一点和长波一样。但长波穿入电离层极浅，在电离层的下界面即能反射。中波较长波频率高，故需要在比较深入的电离层处才能发生反射。波长在 3000 - 2000 米的无线电通信，用无线或表面波传播，接收场强都很稳定，可用以完成可靠的通信，如船舶通信与导航等。波长在 2000 - 200m

的中短波主要用于广播，故此分波段又称广播波段。

3. 短波传播的特点

与长，中波一样，短波可以靠表面波和天波传播。由于短波频率较高，地面吸收较强，用表面波传播时，衰减很快，在一般情况下，短波的表面波传播的距离只有几十公里，不适宜作远距离通信和广播之用。与表面波相反，频率增高，天波在电离层中的损耗却减小。因此可利用电离层对天波的一次或多次反射，进行远距离无线电通信。

4. 超短波和微波传播的特点

超短波，微波的频率很高，表面波衰减很大；电波穿入电离层很深，甚至不能反射回来，所以超短波、微波一般不用表面波、天波的传播方式，而只能用空间波、散射波和穿透外层空间的传播方式。超短波和微波，由于他们的频带很宽，因此应用很广。超短波广泛应用于电视，调频广播，雷达等方面。利用微波通信时，可同时传送几千路电话或几套电视节目而互不干扰。

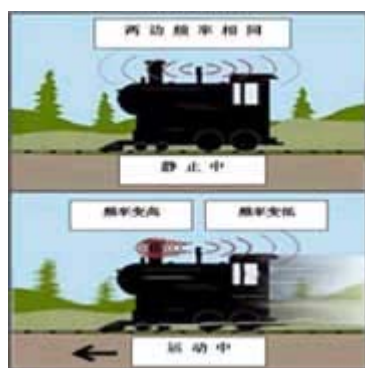
超短波和微波在传播特点上有一些差别，但基本上是相同的，主要是在低空大气层做视距传播。因此，为了增大通信距离，一般把天线架高。

多普勒效应

多普勒效应是为纪念 Christian Doppler 而命名的,他于 1842 年首先提出了这一理论。

他认为声波频率在声源移向观察者时变高,而在声源远离观察者时变低。一个常被使用的例子是火车,当火车接近观察者时,其汽鸣声会比平常更刺耳.你可以在火车经过时听出刺耳声的变化。同样的情况还有:警车的警报声和赛车的发动机声。

把声波视为有规律间隔发射的脉冲,可以想象若你每走一步,便发射了一个脉冲,那么在你之前的每一个脉冲都比你站立不动是更接近你自己。而在你后面的声源则比原来不动时远了一步。或者说,在你之前的脉冲频率比平常变高,而在你之后的脉冲频率比平常变低了。



多普勒效应

多普勒效应不仅仅适用于声波,它也适用于所有类型的波形,包括光波。科学家 Edwin Hubble 使用多普勒效应得出宇宙正在膨胀的结论.他发现远处银河系的光线频率在变高,即移向光谱的红端.这就是红色多普勒频移,或称红移.若银河系正移向他,光线就成为蓝移.

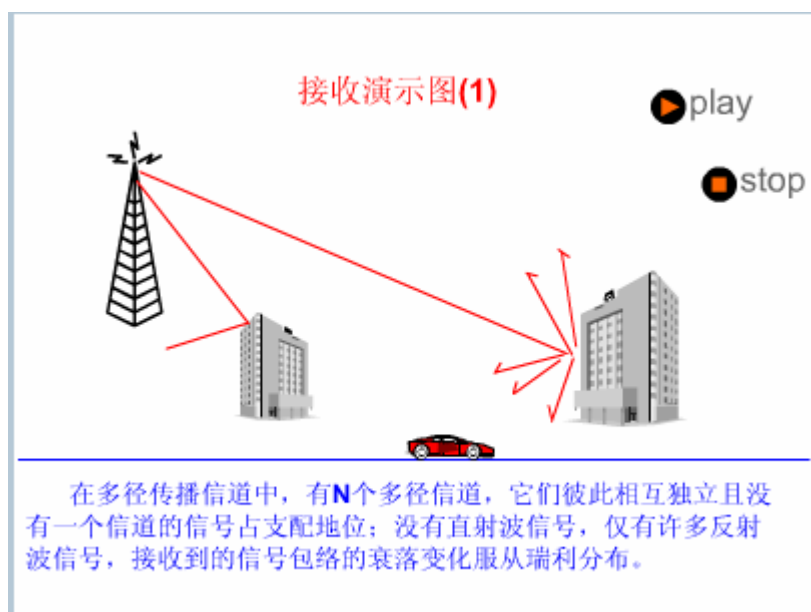
在移动通信中,当移动台移向基站时,频率变高,远离基站时,频率变低,所以我们在移动通信中要充分考虑"多普勒效应"。当然,由于日常生活中,我们移动速度的局限,不可能会带来十分大的频率偏移,但是这不可否认地会给移动通信带来影响,为了避免这种影响造成我们通信中的问题,我们不得不在技术上加以各种考虑。也加大了移动通信的复杂性。

信号的衰减

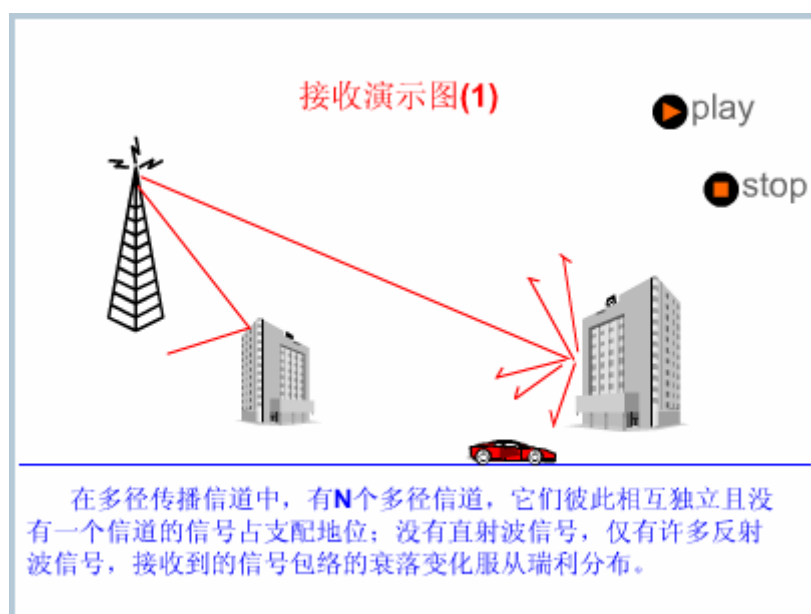
移动通信系统多建于大中城市的市区,城市中的高楼林立、高低不平、疏密不同、形状各异,这些都使移动通信中无线电波的传播路径进一步复杂化,并导致其传输特性变化十分剧烈。据以上原因,使移动台接收到的电波一般是直射波和随时变化的绕射波、反射波、散射波的叠加,这样就造成所接收信号的电场强度起伏不定,这种现象称为衰落。

在移动通信中,无线电波主要是以空间波的形式传播。但是由于表面波随着频率的升高衰减增大,传播距离很有限。所以在分析移动通信信道时,主要考虑直达波和反射波的影响。认为在接收端的接收信号是直达波和多个反射波的合成。

由于到达移动台天线的信号不是单一路径来的,而是许多路径来的众多反射波的合成。由于电波通过各个路径的距离不同,因而各个路径来的反射波到达时间不同,相位也就不同。不同相位的多个信号在接收端迭加,有时迭加而加强(方向相同),有时迭加而减弱(方向相反)。这样,接收信号的幅度将急剧变化,即产生了衰落。这种衰落是由多径引起的,所以称为多径衰落。



它使接收端的信号近似于一种叫做 Rayleigh 分布的数学分布，故多径快衰落又称为 Rayleigh 衰落。



此外，接收信号除瞬时值出现快衰落之外，场强中值（平均值）也会出现缓慢变化。变化的原因主要有两方面：一是地区位置的改变；二是由于气象条件变化，大气的条件发生缓变，以致电波的折射传播随时间变化而变化，多径传播到达固定接收点的信号的时延随之变化。这种由阴影效应和气象原因引起的信号变化，称为慢衰落。



后一原因引起的变化较小，通常忽略。

慢衰落接收信号近似服从一种叫做对数正态分布的数学分布，变化幅度取决于障碍物状况、工作频率、障碍物和移动台移动速度等。快衰落和慢衰落是由相互独立的原因产生，随着移动台的移动，这二者构成移动通信接收信号不稳定的因素。

传播性能的指标

传送的功率指的是发射机所发射的能量，是以瓦或毫瓦为单位来衡量的。我们可以看出，设备本身的局限限制了这个功率的最大值；拥有较高的传输功率将有助于压制它的频带内其他的干扰信号，但是拥有较高传输功率的设备也将可能耗电较多，同时对别的信号的干扰也加强，这是十分矛盾的。

灵敏性指的是在信道中可以被接收机接受的最弱信号的测量（它的数值可以通过天线读出）。这个数值意味着接收机的性能好坏，数值愈低的那台接收机的设备就愈好（绝对性能愈高）。但是这要求所有的制造商和标准都用相同的参考值来定义灵敏度。一些制造商指明灵敏度为当系统蒙受 3% 的文件包丢失时的数值，但一些产品采用 50% 的文件包丢失为灵敏度的定义，后者的数值显然比前者更好。

了解了上述两个数之后，你就可以计算发射机和接收机之间信号功率最大可能的衰减值（这是两个数值之间的差别，以分贝为单位）。对于一个 100 毫瓦的系统，它的发射功率是 20 分贝，若有 -80 分贝的灵敏度，那么我们就有 100 分贝的最大衰

减值。衰减指的是发射机和接收机之间信号功率的减弱。在空间，衰减与距离的平方成简单反比。

如果你确切地知道两个节点之间的信号路径的组成（包括空中距离、障碍类型和反射物），你就可以计算出衰减。但是通常仅仅用距离来决定衰减的公式是远远不够的，特别是当信号由不同的传播路径部分组成的时候。而且，环境的变化使得衰减随时间而变化。

由于这种不直接的关系，即使知道了最大的可能衰减，也不可能给你最大的范围，仅仅有一个感觉上的意义。唯一可靠的是，拥有更大可能衰减的产品便更有可能拥有较大的范围。

无线电波的势力范围

无线信号传输的传播过程受到很多因素的影响,信号往往有可能被墙和地板减弱和反射。同时还会有背景噪声对信号的干扰。

在一个典型的环境中,无论身在何处，所有障碍和墙的反射将产生一个难以预料的传播信道。由于环境不是静止的,因而信道的特性将随时间变动很大。

由于无线传输方式受到如此复杂环境的影响,因此我们很难预见系统的运作程度并定义其工作范围。在系统的工作范围中，你将发现分别存在某些好、中、差三个地区，发射机和接收机之间的距离越近，他们的工作就越有可能处于良好状态。

大多数移动设备的销售商都试图为他们的产品定义一个使用范围，这个范围指在通常的工作条件下在两个节点之间可使用的最大平均距离（即天线蜂窝的直径）。

一些销售商甚至为不同的典型环境给出不同的范围，比如：开放型环境（无障碍型）、半开放型（小隔间型）以及封闭型环境（密实的墙型）。

但在测量一个范围时，我们并没有一个标准和普遍采用的操作过程，销售商们也没有统一的标准，于是我们不能根据他们的数据表中给出的范围来比较不同的产品，得出真正的结果，因此你在对待这些性能时必须加以谨慎，你必须仔细考虑其发射功率和敏感特性。

事实上，更多的人赞成在你自己的环境中自己对不同的产品作一些评估工作，来得出一个更好的关于你所预期的覆盖范围的结论。

认识无线信道

信道是对无线通信中发送端和接收端之间的通路的一种形象比喻，对于无线电波而言，它从发送端传送到接收端，其间并没有一个有形的连接，它的传播路径也有可能不只一条（正如前面所说的电波的传播方式提到的），但是我们为了形象地描述发送端与接收端之间的工作，我们想象两者之间有一个看不见的道路衔接，把这条衔接通路称为信道。信道有一定的频率带宽，正如公路有一定的宽度一样。

正如前面所说的那样，无线信道中电波的传播不是单一路径来的，而是许多路径来的众多反射波的合成。由于电波通过各个路径的距离不同，因而各个路径来的反射波到达时间不同，也就是各信号的时延不同。当发送端发送一个极窄的脉冲信号时，移动台接收的信号由许多不同时延的脉冲组成，我们称为时延扩展。

同时由于各个路径来的反射波到达时间不同，相位也就不同。不同相位的多个信号在接收端迭加，有时迭加而加强（方向相同），有时迭加而减弱（方向相反）。这样，接收信号的幅度将急剧变化，即产生了快衰落。这种衰落是由多径引起的，所以称为多径衰落。

此外，接收信号除瞬时值出现快衰落之外，场强中值（平均值）也会出现缓慢变化。主要是由地区位置的改变以及气象条件变化造成的，以致电波的折射传播随时间变化而变化，多径传播到达固定接收点的信号的时延随之变化。这种由阴影效应和气象原因引起的信号变化，称为慢衰落。

而且，由于移动通信中移动台的移动性，如前所说那样，无线信道中还会有多普勒效应。在移动通信中，当移动台移向基站时，频率变高，远离基站时，频率变低。我们在移动通信中要充分考虑“多普勒效应”。虽然，由于日常生活中，我们移动速度的局限，不可能带来十分大的频率偏移，但是这不可否认地会给移动通信带来影响，为了避免这种影响造成我们通信中的问题，我们不得不在技术上加以各种考虑。也加大了移动通信的复杂性。

综上所述，无线信道包括了电波的多径传播，时延扩展，衰落特性以及多普勒效应，在移动通信中，我们要充分考虑这些特性以及解决的方案。

移动通信中电波的调制

调制：

我们平时所说的话都是在『30 ~ 3000Hz』的频段，不可能直接送到空中去，隔几栋楼就听不见了。那么要把我们说的话送到几千公里甚至更远的地方怎么办呢？由于前面所说的电波传播特性，我们应该把我们要传送的信息加载在较高频率的电波上传送出去，在接收端（就是接收我们传送信息的那一边）我们把加载在电波的信息解出来就可以了。在通信中我们把前面的叫"调制"，后面的叫"解调"。我们要传送的信息就叫基带信号，被加载的信号叫做载波。加载以后的信号叫做已调信号。

专业点说，调制就是对信号源的信息进行处理，使其变为适合于信道传输形式的过程。一般来说，信号源的信息（也称为信源）含有直流分量和频率较低的频率分量，称为基带信号。基带信号往往不能作为传输信号，因此必须把基带信号转变为一个相对基带频率而言频率非常高的信号以适合于信道传输。这个信号叫做已调信号，而基带信号叫做调制信号。调制是通过改变高频载波的幅度、相位或者频率，使其随着基带信号幅度的变化而变化来实现的。而解调则是将基带信号从载波中提取出来以便预定的接收者（也称为信宿）处理和理解的过程。

调制在通信系统中有十分重要的作用。通过调制，不仅可以进行频谱搬移，把调制信号的频谱搬移到所希望的位置上，从而将调制信号转换成适合于传播的已调信号，而且它对系统的传输有效性和传输的可靠性有着很大的影响，调制方式往往决定了一个通信系统的性能。在通信中，我们常常采用的调制方式有以下几种：

（一）对于模拟调制而言，主要有幅度调制（调幅，双边带调制）和角度调制（调频，调相）两种。

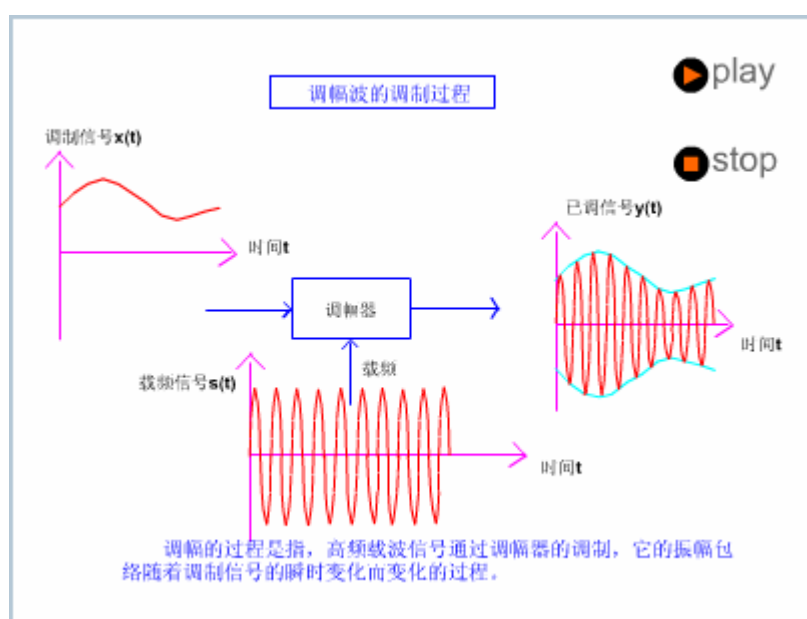
（二）对于数字调制而言，主要有脉冲调制（脉幅调制，脉宽调制等）以及增量调制等等。

这些都会在下面略做进一步的介绍，有兴趣的朋友可以参照一些参考书。

在移动通信环境中，移动台的移动使电波传播条件恶化，特别是快衰落的影响使接收场强急剧变化。在选择调制方式时，必须考虑采取抗干扰能力强的调制方式，能适用于快衰落信道，占有较小的带宽以提高频谱利用率，并且带外辐射要小，以减小对邻近波道的干扰。

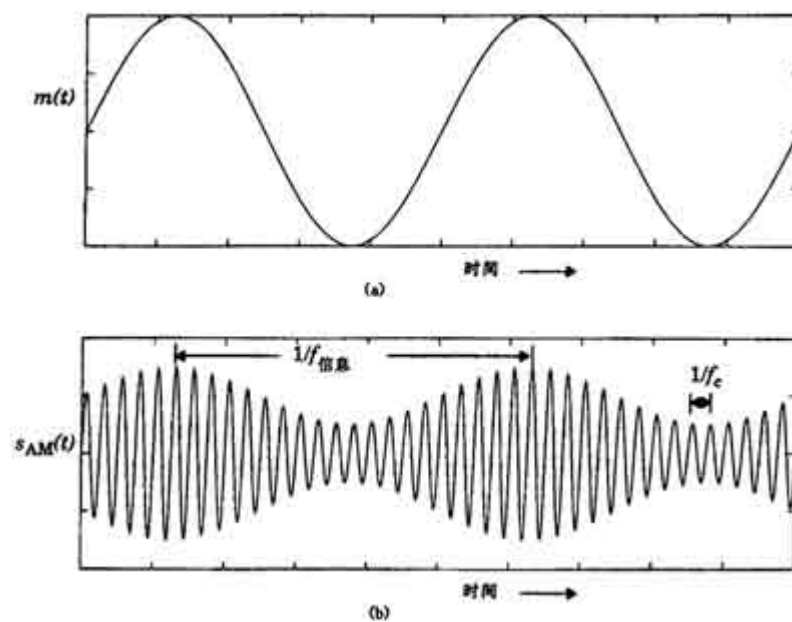
调幅方式

调幅是使高频载波信号的振幅随调制信号的瞬时变化而变化。也就是说，通过用调制信号来改变高频信号的幅度大小，使得调制信号的信息包含入高频信号之中，通过天线把高频信号发射出去，然后就把调制信号也传播出去了。这时候在接收端可以把调制信号解调出来，也就是把高频信号的幅度解读出来就可以得到调制信号了。



早期 VHF 频段的移动通信电台大都采用调幅方式，由于信道快衰落会使模拟调幅产生附加调幅而造成失真，目前已很少采用。调频制在抗干扰和抗衰落性能方面优于调幅制，对移动信道有较好的适应性，现在世界上几乎所有模拟蜂窝系统都使用频率调制。

图中, $m(t)$ 是调制信号,下图是调制信号叠加在高频信号中的波形,从图中可以看出,高频信号的幅度随着调制信号作相应的变化,这就是调幅波。由于高频信号的幅度很容易被周围的环境所影响。所以调幅信号的传输并不十分可靠。在传输的过程中也很容易被窃听,不安全。所以现在这种技术已经比较少被采用。但在简单设备的通信中还有采用。比如收音机中的 AM 波段就是调幅波,大家可以和 FM 波段的调频波相比较,可以看到它的音质和 FM 波段的调频波相比会比较差,原因就是它更容易被干扰。



角度调制

角度调制是频率调制和相位调制的总称。角度调制是使正弦载波信号的角度随着基带调制信号的幅度变化而改变。

也就是说,比如在调频信号中,载波信号的频率随着基带调制信号的幅度变化而改变。调制信号幅度变大时,载波信号的频率也变大(或变小),调制信号幅度变小时,载波信号的频率也变小(或变大);而在调相信号中;载波信号的相位随着基带调制信号的幅度变化而改变。调制信号幅度变大时,载波信号的相位也变大(或变小),调制信号幅度变小时,载波信号的相位也变小(或变大);实际上,在某种意义上,调频和调相是等同的,所以我们都称之为角度调制;而在这种调制方式中,载波的幅度保持不变(这就是 FM 叫做恒包络的原因)。

调频信号可以被看作调制信号在调制前先积分的调相信号。这意味着先对 $m(t)$ 积分，再将结果作为调相器的输入即可得到调频信号。相反，先微分 $m(t)$ ，再将结果作为调频器的输入也可得到调相信号。在模拟蜂窝移动通信中，调频是更为普遍应用的角度调制，这是因为 FM 不管信号的幅度如何，抗干扰能力都很强，而在调幅中，正如前面所说的那样，抗干扰能力要弱得多。

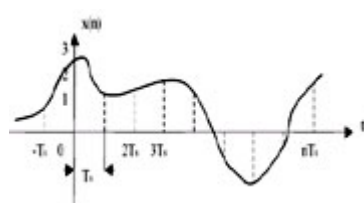
有两种基本的方法来产生调频信号：直接法和间接法。在直接法中，载波的频率直接随着输入的调制信号的变化而改变。在间接法中，先用平衡调制器产生一个窄带调频信号，然后通过倍频的方式把载波频率提高到需要的水平。

模拟移动通信技术中，我们采用的就是调频技术，当然，通过后面的学习，你会知道调频也有自己的缺点，所以在后来的移动通信技术中，我们更多地采用了数字调制方式来改善信号的传播。

数字调制技术之一

现代移动通信系统都使用数字调制技术。由于数字通信具有建网灵活，容易采用数字差错控制技术和数字加密，便于集成化，并能够进入综合业务服务网（ISDN 网），所以通信系统都在由模拟方式向数字方式过渡。而移动通信作为整个网络的一部分，其发展趋向也必然是由模拟方式向数字方式过渡。

那么什么叫做数字调制技术，它和模拟调制技术又有什么区别呢？



数字调制技术简介

大家知道，我们平时所说的一提到数字化就会想到一连串的"100110101"，这已经成为了数字信号的代表。没错，数字信号就是用大量的二进制信号来表征信息。二进制信号和十进制信号区别在于十进制逢十进一，而二进制逢二进一。比如十进制的 4 用二进制表示就是"100"。

那么数字化有什么好处呢，首先是处理速度的提高，大家知道，机器和人不同，它不会直接处理十进制的东西，而机器中二极管最简单的方式是"开"和"关"，所以机器的语言是一种二进制语言。这也就是采用二进制的原因。我们区别模拟和数字

的地方就在于信号是否数字化，是否采用二进制信号来表征原来的连续信号，当然这不是严格的定义，不过我们这样说有助于我们更好理解模拟和数字之间的区别。

那么，如上图，模拟信号是一种时间和数值都是连续的信号。我们在某一定间隔上对其取样，然后得到时间上不连续，数值连续的信号，再把各个取样值用二进制信号表示，得到我们的数字信号。

模拟调制就是用模拟信号调制载波，数字调制就是用数字信号调制载波。采用数字化的好处很多，最明显的是抗干扰性能得到加强，容易加密等等。

数字调制技术之二

近十年来，数字移动通信新系统的开发研制取得了巨大进展，要求既传输数字化的信令，又传输数字化的信息。因此系统中必须采用数字调制技术。然而一般的数字调制技术，如幅度键控（ASK）、移相键控（PSK）和移频键控（FSK）因传输效率低而无法满足移动通信的要求，为此，需要专门研究一些抗干扰性能强、误码性能好、频谱利用率高的调制技术，尽可能地提高单位频带内传输数据的比特速率，以适用于移动通信的要求。为适用目前移动通信用的 25kHz 信道带宽，提出了各种窄带数字调制方式。目前已在数字蜂窝移动通信系统中得到广泛应用的有：正交相移键控（-QPSK）、正交调幅（QAM）和最小移频键控（MSK）、高斯最小移频键控（GMSK）等方式。在这里，我们限于介绍的只是科普性的知识，所以我们不打算把这些调制方式一一作介绍，有兴趣的朋友可以自己参考一些资料。但无论我们研究出什么调制方式其目的都是一样的，即为了满足移动通信的数字调制和解调器技术的要求。

对移动通信的数字调制和解调器技术的要求如下：

- （1）在信道衰落条件下，误码率要尽可能低；
- （2）发射频谱窄，对相邻信道干扰小；
- （3）高效率的解调，以降低移动台功耗，进一步缩小体积和成本；
- （5）能提供较高的传输速率；

(6) 易于集成。

数字调制技术分为线性调制方式和恒定包络调制方式，线性调制方式又可分为频谱高效和功率高效两种，在移动通信系统中，由于存在着严重的衰落现象，故所需要的“信噪比”比较高。

总之，我们所采用的调制技术的最终目的就是使得调制以后的信号对干扰有较强的抵抗作用，同时对相邻的信道信号干扰较小，解调方便且易于集成。

编码技术概述

在移动通信中，传输最多的信息是语音信号。语音信号是模拟信号，语音的编解码就是将语音的模拟信号转换为二进制数字信号，到了接收端，再将收到的数字信号还原为模拟语音。所以，语音编码技术在数字移动通信中具有相当关键的作用。

为什么要采用“编码技术”？因为即使是在数字通信中，通信质量比模拟通信时有了很大提高，但是仍是一个大问题，特别是在移动通信中，由于信道环境等因素的影响，使得我们不得不通过其它方法来提高我们的传输质量，采用编码技术就是一种有效的方法。在数字信号中，我们已经将语音的模拟信号转换为二进制数字信号，用 1 和 0 来表示。在编码技术中，我们通过一些方式，把数码进行变换，得到另外一组适于传输的数码，或者用其他的一些数码对原来的数码进行监察，以保证其在传输过程中不被误判。这就是编码技术。

在现在的移动通信中，更多时候我们传输的是语音信号。语音编码为信源编码。语音编码技术在其发展的几十年里，研究出多种方案，并且在不断地研究中日趋成熟，形成了各种实用技术，成为通信技术中的一个相当重要的学科。在各类通信网中得到广泛的应用。

移动通信对语音编码的要求是：

1. 编码的速率要适合在移动信道内传输，纯编码速率应低于 16kbit/s。
2. 在一定编码速率下语音质量应尽可能高，即解码后的复原语音的保真度要

高，主观评分 MOS (Mean Opinion Score) 应不低于 3.5 分。(按长途话音质量要求)

3 . 编解码时延要短，总时延不得超过 65 毫秒。

4 . 要能适应衰落信道的传输，即抗误码性能要好，以保持较好的语音质量。

5 . 算法的复杂程度要适中，应易于大规模电路集成。

这些要求之间往往是矛盾的。例如，要求高质量话音，编码速率就应高一些，而这往往又与信道带宽有矛盾。因为，信道带宽是有限的，编码速率过高就无法在信道内传输。因此，只能综合考虑对比，选择最佳的编码方案。

从移动通信的要求看，因为分配给移动通信的频谱资源本来就很紧张，所以数字信道的带宽也不能再宽，这样才能有比较大的容量。高速的语音编码，语音质量高，但占用的带宽大，适用于宽带信道上。中速的编码，语音质量略低，占用的带宽也小一些。低速编码的语音质量较差，但占用的带宽较小，可用于对语音质量要求不高的窄带信道中。

语音编码技术的分类

语音的编码技术通常分为三类：波形编码、参量编码和混合编码。其中，波形编码和参量编码是两种基本类型。

波形编码是将时间域信号直接变换为数字代码，力图使重建语音波形保持原语音信号的波形形状。波形编码的基本原理是在时间轴上对模拟语音按一定的速率抽样，然后将幅度样本分层量化，并用代码表示。解码是其反过程，将收到的数字序列经过解码和滤波恢复成模拟信号。它具有适应能力强、语音质量好等优点，但所用的编码速率高，在对信号带宽要求不太严格的通信中得到应用，而对频率资源相对紧张的移动通信来说，这种编码方式显然不合适。脉冲编码调制 (PCM) 和增量调制 (ΔM)，以及它们的各种改进型自适应增量调制 (ADM)，自适应差分编码 (ADPCM) 等，都属于波形编码技术。它们分别在 64 以及 16Kbit/s 的速率上，能给出高的编码质量，当速率进一步下降时，其性能会下降较快。

与波形编码不同，参量编码又称为声源编码，是将信源信号在频率域或其它正

交变换域提取特征参量，并将其变换成数字代码进行传输。解码为其反过程，将收到的数字序列经变换恢复特征参量，再根据特征参量重建语音信号。具体说，参量编码是通过对语音信号特征参数的提取和编码，力图使重建语音信号具有尽可能高的可靠性，即保持原语音的语意，但重建信号的波形同原语音信号的波形可能会有相当大的差别。这种编码技术可实现低速率语音编码，比特率可压缩到 2Kbit/s-4.8Kbit/s，甚至更低，但语音质量只能达到中等，特别是自然度较低，连熟人都听不出讲话人是谁。线性预测编码（LPC）及其它各种改进型都属于参量编码。

计算机的发展为语音编码技术的研究提供了强有力的工具，大规模、超大规模集成电路的出现，则为语音编码的实现提供了基础。80 年代以来，语音编码技术有了实质性的进展，产生了新一代的编码算法，这就是混合编码。它将波形编码和参量编码组合起来，克服了原有波形编码和参量编码的弱点，结合各自的长处，力图保持波形编码的高质量 and 参量编码的低速率，在 4-16Kbit/s 速率上能够得到高质量的合成语音。多脉冲激励线性预测编码（MPLPC），规划脉冲激励线性预测编码（KPELPC），码本激励线性预测编码（CELP）等都是属于混合编码技术。很显然，混合编码是适合于数字移动通信的语音编码技术。

语音编码质量的评定

在语音编码技术中，对语音质量的评价是一个很重要的问题。如何评价语音编码质量也成为语音编码领域所研究的一个重要课题。对此多年来人们提出了许多方法，归纳起来大致可分为两类，即客观评定方法和主观评定方法。

客观评定方法用客观测量的手段来评价语音编码的质量，常用的方法有信噪比、加权信噪比、平均分信噪比等。它们都是建立在度量均方误差的基础上，其特点是计算简单，但不能完全反映人对语音质量的感觉。这个问题对于速率为 16Kbit/s 以下的中、低速率语音编码尤为突出，因此主要适用于速率较高的波形编码类型。

主观评定方法符合人类听话时对语音质量的感觉，因而目前得到广泛应用。最主要的主观评定方法是主观评定等级（Subjective Opinion Scale），或称平均评定得分（Mean Opinion Score，缩写 MOS）。MOS 得分采用五级评分标准，其方法是，由数十名试听者在相同信道环境中试听并给予评分，然后对评分进行统计处理，求出平均得分。由于主观和客观上的种种原因，每次试听所得的评分会有波动。为了

减小波动的误差，除了试听者人数要足够多之外，所测语音材料也要足够丰富，试听环境也应尽量保持相同。

在这里要特别需要说明的是，试听者对语音质量的主观感觉往往是和其注意力集中程度相联系的，因而，对应于主观评定等级，还有一个收听注意力等级（Listening Effect Scale）。下表给出主观评定等级的质量等级、分数和相应的收听注意力等级。

主观评定等级表

质量等级	分数	收听注意力等级
优	5	可完全放松 ,不需要注意力
良	4	需要注意 ,但不需明显集中注意力
满意（正常）	3	中等程度的注意力
差	2	需要集中注意力
劣	1	即使努力去听 ,也很难听懂

从用户角度看，通常认为 MOS 分 4.0~4.5 分为高质量语音编码，达到长途电话网的质量要求。MOS 分 3.5 分左右称作通信质量，这时听者能感觉到语音质量有所下降，但不影响正常的通话，可以满足多数通信系统使用要求。MOS 分 3.0 分以下常称为合成语音质量，这种语音一般只有足够高的可懂度，但是自然度较差，不容易识别讲话者。

语音编码技术标准的制定，对数字语音技术的实用化和发展起到了推动作用。

"多址接入技术"

在移动通信中，我们常常听到关于"多址接入技术"，还听到"时分复用"，"频分复用"，"码分复用"这些名词，是什么意思呢？下面我们对这些专用名词进行解释。

"多址接入技术"

蜂窝系统中是以信道来区分通信对象的，一个信道只容纳一个用户进行通话，许多同时通话的用户，互相以信道来区分，这就是多址。移动通信系统是一个多信

道同时工作的系统，具有广播和大面积覆盖的特点。在移动通信环境的电波覆盖区内，如何建立用户之间的无线信道的连接，是多址接入方式的问题。解决多址接入问题的方法叫多址接入技术。

详细点说：从移动通信网的构成可以看出，大部分移动通信系统都有一个或几个基站和若干个移动台。基站要和许多移动台同时通信，因而基站通常是多路的，有多个信道，而每个移动台只供一个用户使用，是单路的。许多用户同时通话，以不同的信道分隔，防止相互干扰，各用户信号通过某些特定的方式进行信道的复用，从而建立各自的信道，以实现双边通信的联接称多址联接。多址联接方式是移动通信网体制范畴，关系到系统容量、小区构成、频谱和信道利用效率以及系统复杂性。

移动通信系统中基站的多路工作和移动台的单路工作形成了移动通信的一大特点。在移动通信业务区内，移动台之间或移动台与市话用户之间是通过基站（包括移动交换局和局间联网），同时建立各自的信道，从而实现多址联接的。

那么基站是以怎样的信号传输方式接收、处理和转发移动台来的信号呢？基站又以怎样的信号结构发出各移动台的寻呼信号，并且使移动台从这些信号中识别出发给本台的信号呢？这就是多址联接方式问题，即多址接入方式的问题。当以传输信号的载波频率不同来区分信道建立多址接入时，称为频分多址方式（FDMA）；当以传输信号存在的时间不同来区分信道建立多址接入时，称为时分多址方式（TDMA）；当以传输信号的码型不同来区分信道建立多址接入时，称为码分多址方式（CDMA）。

目前在移动通信中应用的多址方式有：频分多址（FDMA）、时分多址（TDMA）、码分多址（CDMA）以及它们的混合应用方式等。

频分复用（FDMA）

频分多址为每一个用户指定了特定信道，这些信道按要求分配给请求服务的用户。在呼叫的整个过程中，其它用户不能共享这一频段。

从图中可以看出，在 FDD 系统中，分配给用户一个信道，即一对频谱；一个频谱用作前向信道即基站向移动台方向的信道，另一个则用作反向信道即移动台向基站方向的信道。这种通信系统的基站必须同时发射和接收多个不同频率的信号；任

意两个移动用户之间进行通信都必须经过基站的中转，因而必须同时占用 2 个信道（2 对频谱）才能实现双工通信。它们的频谱分割如图所示。在频率轴上，前向信道占有较高的频带，反向信道占有较低的频带，中间为保护频带。在用户频道之间，设有保护频隙，以免因系统的频率漂移造成频道间的重叠。

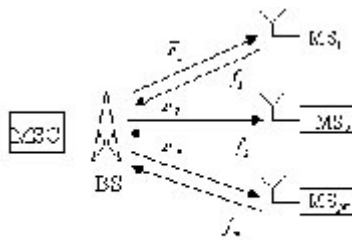


图 7.2 FDMA 系统的工作示意图

频分复用 (FDMA)

FDMA 系统是基于频率划分信道。每个用户在一对频道中通信。若有其它信号的成分落入一个用户接收机的频道带内时，将造成对有用信号的干扰。就蜂窝小区内的基站移动台系统而言，主要干扰有互调干扰和邻道干扰（关于互调干扰和邻道干扰，见前面对干扰的介绍）。在频率集重复使用的蜂窝系统中，还要考虑同频道干扰。

在模拟蜂窝系统中，采用频分多址方式是唯一的选择。如以前我们所用的模拟网 TACS 系统，用的就是频分多址。而在数字蜂窝中，则很少采用纯频分的方式。比如我们现在用的 GSM 系统，虽然也在频率上做了划分，但是更重要的是采用了时隙的概念，所以人们更愿意将其划入时分复用 (TDMA)。

时分复用 (TDMA)

时分多址是在一个宽带的无线载波上，把时间分成周期性的帧，每一帧再分割成若干时隙（无论帧或时隙都是互不重叠的），每个时隙就是一个通信信道，分配给一个用户。

如左图所示，系统根据一定的时隙分配原则，使各个移动台在每帧内只能按指定的时隙向基站发射信号（突发信号），在满足定时和同步的条件下，基站可以在各时隙中接收到各移动台的信号而互不干扰。同时，基站发向各个移动台的信号都按顺序安排在预定的时隙中传输，各移动台只要在指定的时隙内接收，就能在合路的信号（TDM 信号）中把发给它的信号区分出来。所以 TDMA 系统发射数据是用缓存-突发法，因此对任何一个用户而言发射都是不连续的。这就意味着数字数据和数据调制必须与 TDMA 一起使用，而不象采用模拟 FM 的 FDMA 系统。

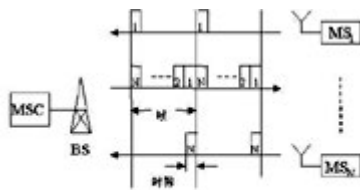


图7-4 TDMA系统的工作示意图

由于时分复用(TDMA)更考虑时间上的问题，所以我们要特别注意通信中的同步和定时问题，否则会因为时隙的错位和混乱而导致接收端移动台无法正常接收信息。

采用时分复用(TDMA)带来的优点是抗干扰能力增强，频率利用率有所提高，系统容量增大，基站复杂性减小。时分复用 (TDMA) 用不同的时隙来发射和接收，因此不需双工器。同时越区切换简单 (和频分复用(FDMA)相比较而言)。由于在 TDMA 中移动台是不连续地突发式传输，所以切换处理对一个用户单元来说是很简单的，因为它可以利用空闲时隙监测其他基站，这样越区切换可在无信息传输时进行。因而没有必要中断信息的传输，即使传输数据也不会因越区切换而丢失。

由于时分复用 (TDMA) 的诸多优点，所以我们在第二代移动通信系统 (在这里指我国采用的 GSM 系统) 中引入了时分复用 (TDMA) 技术。

码分复用 (CDMA)

码分多址系统为每个用户分配了各自特定的地址码，利用公共信道来传输信息。CDMA 系统的地址码相互具有准正交性，以区别地址，而在频率、时间和空间上都可能重叠。也就是说，每一个用户有自己的地址码，这个地址码用于区别每一个用户，地址码彼此之间是互相独立的，也就是互相不影响的，但是由于技术等种种原因，我们采用的地址码不可能做到完全正交，即完全独立，相互不影响，所以称为准正交，由于有地址码区分用户，所以我们对频率、时间和空间没有限制，在这些方面他们可以重叠。

系统的接收端必须有完全一致的本地地址码，用来对接收的信号进行相关检测。其他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或干扰，通常称之为多址干扰。

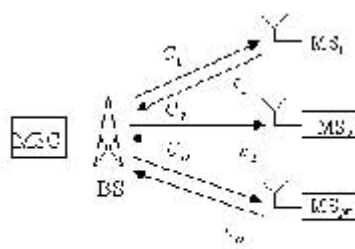


图 7.5 CDMA 系统的工作示意图

码分复用 (CDMA)

在码分多址 (CDMA) 蜂窝通信系统中, 用户之间的信息传输也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, 除了传输业务信息外, 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时域来看都是相互重叠的, 或者说它们均占有相同的频段和时间。左图是 CDMA 通信系统的工作示意图。

CDMA 数字蜂窝移动通信系统的各种信道的选择, 可用正交 Walsh 函数来实现。正交 Walsh 函数可以构成正交 Walsh 码, 作为地址码实现码分多址 (CDMA)。

AMPS 系统的简介

模拟移动通信系统是蜂窝移动通信系统发展的早期阶段, 在 1946 年, 第一种公众移动电话服务被引进到美国的 25 个主要城市, 每个系统使用单个大功率的发射机和高塔, 覆盖地区超过 50 公里, 但仅能以半双工模式提供语音服务, 却使用 120kHz 带宽。虽然经过了后来技术的进步而提高了频谱使用效率, 提供了全双工、自动拨号等功能, 但提供的服务由于频道的数量很少以及呼叫阻塞等原理不能满足使用。在 50 和 60 年代, AT&T 的贝尔实验室和全世界其他的通信公司发展了蜂窝无线电话的原理和技术。利用在地域上将覆盖范围划分成小单元, 每个单元复用频带的一部分以提高频带的利用率, 即利用在干扰受限的环境下, 依赖于适当的频率复用规划 (特定地区的传播特性) 和频分复用 (FDMA) 来提高容量。从而实现了真正意义上的蜂窝移动通信。

一个典型的模拟蜂窝电话系统是在美国使用的高级移动电话系统 (AMPS), AMPS 系统采用 7 小区复用模式, 并可在需要时采用 "扇区化" 和 "小区分裂" 来提高容量。与其他第一代蜂窝系统一样, AMPS 在无线传输中采用了频率调制, 在美国, 从移动台到基站的传输使用 824MHz 到 849MHz 的频段, 而基站到移动台使用 869MHz 到 894MHz 的频段。每个无线信道实际上由一对单工信道组成, 他们彼此有 45MHz 分隔。每个基站通常有一个控制信道发射器 (用来在前向控制信道上进行广播), 一个控制信道接收器 (用来在反向控制信道上监听蜂窝电话呼叫建立请求),

以及 8 个或更多频分复用双工语音信道。

在一个典型的呼叫中，随着用户在业务区内移动，移动交换中心发出多个"空白-突发"指令，使该用户在不同基站的不同语音信道间进行切换。在 AMPS 中，当正在进行服务的基站的反向语音信道（RVC）上的信号强度低于一个预定的阈值，则由移动交换中心产生切换决定。预定的阈值由业务提供商在移动交换中心中进行调制，它必须不断进行测量和改变，以适应用户的增长、系统扩容，以及业务流量模式的变化。移动交换中心在相邻的基站中利用扫描接收机，即所谓"定位接收机"来确定需要切换的特定用户的信号水平。这样，移动交换中心就能找出接受切换的最佳邻近基站，从而完成交换的工作。

TACS 系统简介

AMPS 是美国方面的系统，在美国大力发展 AMPS 系统的时候，欧洲人也在发展自己的移动通信网，其中最为出名的是英国的 TACS 系统。

TACS 系统也是一种模拟移动通信系统，提供了全双工、自动拨号等功能，与 AMPS 系统类似，它在地域上将覆盖范围划分成小单元，每个单元复用频带的一部分以提高频带的利用率，即利用在干扰受限的环境下，依赖于适当的频率复用规划（特定地区的传播特性）和频分复用（FDMA）来提高容量，实现真正意义上的蜂窝移动通信。

TACS 系统实际上是 AMPS 系统的修改版本。主要是频段、频道间隔、频偏、信令速率不同，其他完全一致。我国邮电部于 1987 年确定以 TACS 制式作为我国模拟制式蜂窝移动电话的标准，在此之前，少数地方曾从加拿大、瑞典引入不同的体制，后来都必须执行 TACS 标准，以便互相组网。

当在公共交换电话网（PSTN）中的一个普通电话发起对一个蜂窝用户的一次呼叫并到达移动交换中心（MSC）时，在系统中每个基站的前向控制信道上同时发送一个寻呼消息及用户的移动标志号（MIN）。该用户单元在一个前向控制信道上成功接收到对它的寻呼后，就在反向控制信道上回应一个确认消息。接收到用户的确认后，移动交换中心命令该基站分配一对前向语音信道和反向语音信道给该用户单元，这样新的呼叫就可以在指定语音信道上进行。该基站在将呼叫转至语音信道的同时，分配给用户单元一个监测音（SAT 音）和一个语音移动衰减码（VMAC）。

用户单元自动将其频率改至分配的语音信道上。

监测音频率使基站和移动站能区分位于不同小区中的同信道用户。在一次呼叫中，S 监测音以音频频率在前向和反向信道上连续发送。语音移动衰减码指示用户单元在特定的功率水平上进行发送。在语音信道上，基站和用户单元以"空白-突发"模式使用宽带数据来发起切换时，则根据需要改变用户发射功率，并提供其他系统数据。

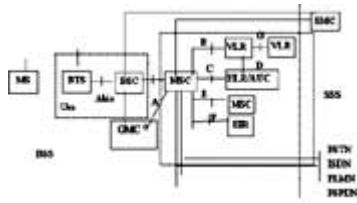
当一个移动用户发起一次呼叫时，用户单元在反向控制信道上发送始发消息。用户单元发送它的移动标志号、电子序列号（ESN），基站分类标识和呼叫的电话号码。如果基站正确收到该消息，则送至移动交换中心，由移动交换中心检查该用户是否已经登记，之后将用户连接到公共交换电话网，同时分配给该呼叫一个前向和反向语音信道对，以及特定的监测音和语音移动衰减码，之后开始通话。

全球通系统简介

第二代移动通信是以 GSM、窄带（N-CDMA）两大移动通信系统为代表的。

GSM 移动通信系统是基于 TDMA 的数字蜂窝移动通信系统。GSM 是世界上第一个对数字调制、网络层结构和业务作了规定的蜂窝系统。GSM 是为了解决欧洲第一代蜂窝系统四分五裂的状态而发展起来的。在 GSM 之前，欧洲各国在整个欧洲大陆上采用了不同的蜂窝标准，对用户来讲，就不能用一种制式的移动台在整个欧洲进行通信。另外由于模拟网本身的弱点，使得它的容量也受到了限制。为此欧洲电信联盟在 1980 初期就开始研制一种覆盖全欧洲的移动通信系统，即现在被人们称为 GSM 的系统。如今 GSM 移动通信系统已经遍及全世界，即所谓"全球通"，目前我国移动通信网就是以 GSM 系统为基础的移动网络系统。

GSM 移动通信系统是一种典型的基于 TDMA 的数字蜂窝移动通信系统，GSM 系统总体结构由以下功能单元组成：



全球通系统的简介

(1)移动台(MS)：它包括移动设备(ME)和用户识别模块(SIM)。根据业务的状况，移动设备可包括移动终端(MT)，终端适配功能(TAF)和终端设备(TE)等功能部件。

(2)基站(BTS)：为一个小区服务的无线收发信设备。

基站控制器(BSC)：具有对一个或多个 BTS 进行控制以及相应呼叫控制的功能，BSC 以及相应的 BTS 组成了 BSS(基站子系统)。BSS 是在一定的无线覆盖区中，由移动业务交换中心(MSC)控制，与 MS 进行通信的系统设备。

(3)移动业务交换中心(MSC)：对于位于它管辖区域中的移动台进行控制、交换的功能实体。

(4)拜访位置寄存器(VLR)：MSC 为所管辖区域中 MS 的呼叫接续，所需检索信息的数据库。VLR 存储与呼叫处理有关的一些数据，例如用户的号码，所处位置区的识别，向用户提供的服务等参数。

(5)归属位置寄存器(HLR)：管理部门用于移动用户管理的数据库。每个移动用户都应在其归属位置寄存器注册登记。HLR 主要存储两类信息，有关用户的参数和有关用户目前所处位置的信息。

(6)设备识别寄存器(EIR)：存储有关移动台设备参数的数据库。主要完成对移动设备的识别、监视、闭锁等功能。

(7)鉴权中心(AUC)：认证移动用户的身份和产生相应鉴权参数(随机数 RAND，符号响应 SRES，密钥 Kc)的功能实体。

(8)操作维护中心(OMC)：操作维护系统中的各功能实体。依据厂家的实现方式可分为无线子系统的操作维护中心(OMC-R)和交换子系统的操作维护中心(OMC-S)。

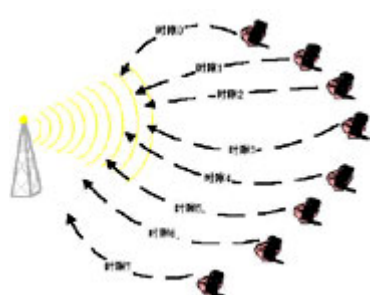
GSM 系统可通过 MSC 实现与多种网络的互通，包括 PSTN、ISDN、PLMN 和 PSPDN。

蜂窝系统的物理信道

有前面的讨论我们知道 GSM 系统采用的是频分多址接入(FDMA)和时分多址接入 (TDMA) 混合技术, 具有较高的频率利用率。

在这里我们仅仅讨论 900MHz 的频率范围的 GSM, FDMA 是说在 GSM 频段的上行链路 (即移动台到基站建立的通路, 包括所有上行信道) 所采用的 890MHz~915MHz 的频带范围内, 或者下行链路 (即基站到移动台建立的通路, 包括所有下行信道) 所采用的 935 MHz~960MHz 频率范围内分配了 124 个载波频率, 简称载频, 各个载频之间的间隔为 200KHz。上行链路与下行链路的载频是成对的, 即是所谓的双工通信方式。双工收发的这一对载频的间隔为 45MHz。

TDMA 是说在 GSM 的每个载频上按时间分为 8 个时间段, 每一个时隙段称为一个时隙 (slot), 我们称这样的时隙为信道, 或为物理信道。一个载频上连续的 8 个时隙组成一个称之为 "TDMA Frame" 的 TDMA 帧。也就说 GSM 的一个载频上可提供 8 个物理信道。



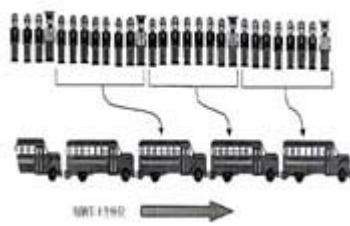
蜂窝移动通信系统的物理信道

图中给出了时分多址接入的原理示意图。图中显示了 GSM 中 TDMA 的真正含义, 就是在每个载频上按时间分为 8 个时间段, 每个时间段分配给一个用户, 于是 GSM 的一个载频上可提供 8 个物理信道。

有人会担心这样在时间上的划分会不会造成用户通话的断断续续呢? 不会的。因为试验证明, 我们只需要传人们说话的声音的一部分就可以完全在接收端恢复出原来的声音, 而且效果也很好。所以 TDMA 是可行的, 有兴趣的同学可以看看有关的书籍资料, 比如有关奈奎斯特的抽样定理的资料。

蜂窝系统的逻辑信道

如果我们把 "TDMA 帧" 中的每个时隙看作为物理信道, 那么在物理信道所传输的内容又是什么呢? 内容就是逻辑信道。逻辑信道是指依据移动网通信的需要为所传送的各种控制信令和语音或数据业务在 TDMA 的 8 个时隙分配的控制逻辑信道或语音、数据逻辑信道。



蜂窝移动通信系统的逻辑信道

这好比用只有 8 个座位的汽车运送一批军官和士兵如图中示，由图可看出在每部汽车中 8 个座位上坐了不同类型的人。一种类型的人为军官,人数少但起着指挥作用；另一类人是士兵,人数多是战场上的主力军。这个例子可类比物理信道和逻辑信道的关系，即物理信道可类比为车的 8 个座位--8 个时隙，逻辑信道可类比为坐在座位上的人。逻辑信道的不同类型可类比为军官和士兵，起控制作用的逻辑控制信道可类比为军官，传输语音或数据逻辑业务的信道可类比为士兵。

逻辑信道分为两大类：专用信道和公共信道。

专用信道主要是指用于传送用户语音或数据的业务信道，另外还包括一些用于控制的专用控制信道。

公共信道主要是指用于传送基站向移动台广播消息的广播控制信道和用于传送 MSC 与 MS 间建立连接所需的双向信号的公共控制信道。

其中，专用信道又分为专用控制信道和业务信道，公共信道又分为广播信道和公共控制信道。

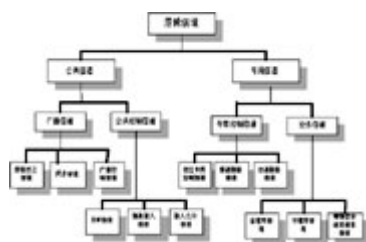
专用控制信道、业务信道、广播信道和公共控制信道还可以向下细分，由于本文的性质旨在介绍，所以就不往下说了，有兴趣的朋友请自己找一些关于逻辑信道的分类的资料。

逻辑信道的分类

逻辑信道分为两大类：专用信道和公共信道。

专用信道主要是指用于传送用户语音或数据的业务信道，另外还包括一些用于控制的专用控制信道。

公共信道主要是指用于传送基站向移动台广播消息的广播控制信道和用于传送 MSC 与 MS 间建立连接所需的双向信号的公共控制信道。



逻辑信道的分类

广播信道（BCH）是从基站到移动台的单向信道。它包括：

（1）频率校正信道（FCCH）：此信道用于给用户传送校正 MS 频率的信息。移动台在该信道接收频率校正信息并用来校正移动台用户自己的时基频率。

（2）同步信道（SYCH）：同步信道（SYCH）用于传送帧同步（TDMA 帧号）信息和 BTS 识别码（BSIC）信息给 MS。

（3）广播控制信道（BCCH）：广播控制信道（BCCH）用于向每个 BTS 广播通用的信息。例如在该信道上广播本小区和相邻小区的信息以及同步信息（频率和时间信息）。

公共控制信道（CCCH）是基站与移动台间的一点对多点的双向信道。它包括：

（1）寻呼信道（PCH）此信道用于广播基站寻呼移动台的寻呼消息，是下行信道。

（2）随机接入信道（RACH）MS 随机接入网络时用此信道向基站发送信息。发送的信息包括：对基站寻呼消息的应答；MS 始呼时的接入。并且 MS 在此信道还向基站申请指配一独立专用控制信道 SDCCH。此是上行信道。

（3）允许接入信道（AGCH）AGCH 用于基站向随机接入成功的移动台发送指配了的独立专用控制信道 SDCCH，下行信道。

专用控制信道（DCCH）是基站与移动台间的点对点的双向信道。包括：

1. 独立专用控制信道（SDCCH）独立专用控制信道（SDCCH）用于传送基站和移动台间的指令与信道指配信息，如鉴权、登记信令消息等。此信道在呼叫建立期间支持双向数据传输，支持短消息业务信息的传送。

2. 随路信道（ACCH）该信道能与独立专用控制信道（SDCCH）或者业务信道公用在一个物理信道上传送信令消息。随路信道（ACCH）分为两种信道：

(1) 慢速随路信道 (SACCH) 基站用此信道向移动台传送功率控制信息、帧调整信息。另一方面, 基站用此信道接收移动台发来的移动台接收的信号强度报告和链路质量报告。

(2) 快速随路信道 (FACCH) 此信道主要用于传送基站与移动台间的越区切换的信令消息。

业务信道 (TCH) 是用于传送用户的话音和数据业务的信道。根据交换方式的不同业务信道可分为电路交换信道和数据交换信道; 依据传输速率的不同可分为全速率信道和半速率信道。GSM 系统全速率信道的速率为 13kbit/s; 半速率信道的速率为 6.5kbit/s。另外, 增强全速率业务信道是指, 它的速率与全速率信道的速率一样为 13kbit/s, 只是其压缩编码方案比起全速率信道的压缩编码方案优越, 所以它有较好的话音质量。

系统的移动性管理过程

我们知道在所有电话网络中建立两个用户-始呼和被呼之间的连接是通信的最基本的任务。为了完成这一任务网络必须完成一系列的操作, 诸如识别被呼用户、定位用户所在的位置、建立网络到用户的路由连接并维持所建立的连接直至两用户通话结束。最后当用户通话结束时, 网络要拆除所建立的连接。

由于固定网的用户所在的位置是固定的, 所以在固定网中建立和管理两用户间的呼叫连接是相对容易的。而移动网由于它的用户是移动的, 所以建立一个呼叫连接是较为复杂的。通常在移动网中, 为了建立一个呼叫连接需要解决三个问题:

- (1) 用户所在的位置;
- (2) 用户识别;
- (3) 用户所提供的业务;

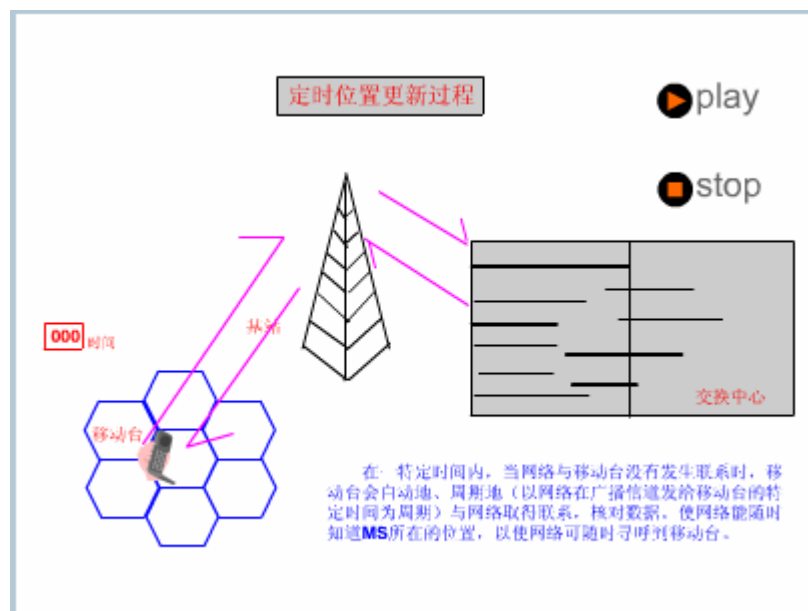
我们将要论述的接续和移动性管理过程就是以解决上述三个问题为出发点的。

当一个移动用户在随机接入信道上发起呼叫另一个移动用户或固定用户时，或者每个固定用户呼叫移动用户时，移动网络就开始了一系列的操作。这些操作涉及到网络的各个功能单元，包括基站、移动台、移动交换中心、各种数据库，以及网络的各个接口。这些操作将建立或释放控制信道和业务信道，进行设备和用户的识别、完成无线链路、地面链路的交换和连接，最终在主叫和被叫之间建立点到点的通信链路，提供通信服务。这个过程就是呼叫接续过程。

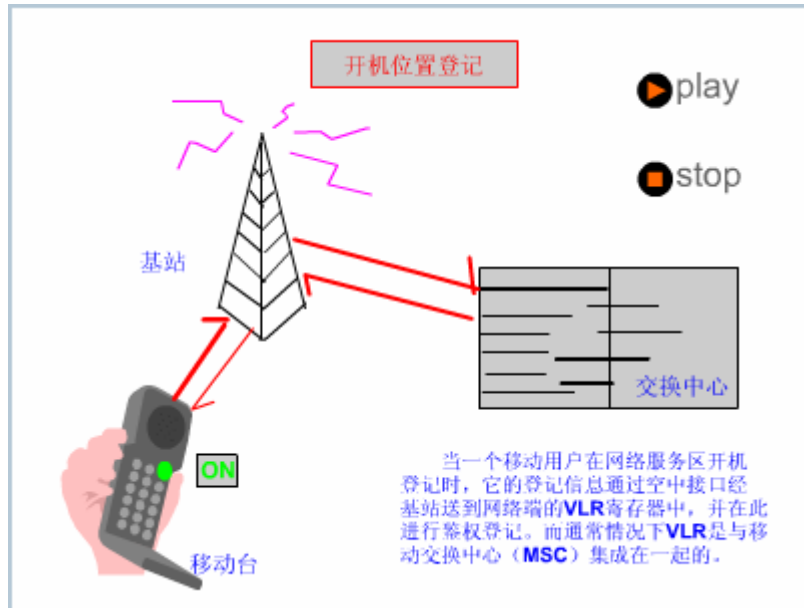
当移动用户从一个位置区漫游到另一个位置区时，同样会引起网络各个功能单元的一系列操作。这些操作将引起各种位置寄存器中移动台位置信息的登记、修改或删除，若移动台正在通话则将引起越区转接过程。这些就是支持蜂窝系统的移动性管理过程。

系统的位置更新过程

GSM 系统的位置更新包括三个方面的内容：第一，移动台的位置登记；第二，当移动台从一个位置区域进入一个新的位置区域时，移动系统所进行的通常意义下的位置更新；第三，在一定的特定时间内，网络与移动台没有发生联系时，移动台自动地、周期地（以网络在广播信道发给移动台的特定时间为周期）与网络取得联系，核对数据。使网络能随时知道MS所在的位置，以使网络可随时寻呼到移动台。



移动系统中位置更新的目的是使移动台总与网络保持联系,以便移动台在网络覆盖的范围内的任何一个地方都能接入到网络内;或者说网络能随时知道 MS 所在的位置,以使网络可随时寻呼到移动台。在 GSM 系统中是用各类数据库类维系移动台与网络的联系的

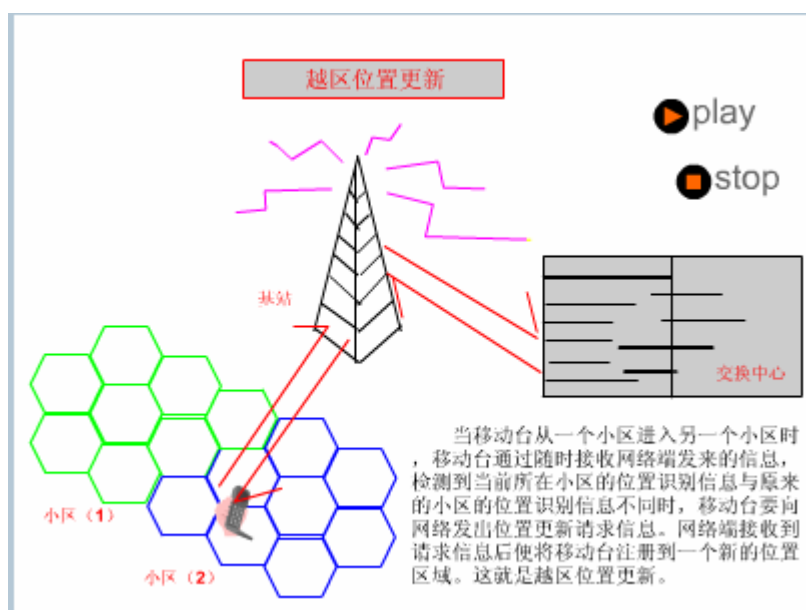


在用户侧一个最重要的数据库就是 SIM (Subscriber Identity Module) 卡。SIM 卡中存有用于用户身份认证所需的信息,并能执行一些与安全保密有关的信息,以防止非法用户入网,另外, SIM 卡还存储与网络和用户有关的管理数据。SIM 卡是一个独立于用户移动设备的用户识别和数据存储设备,移动用户移动设备只有插入 SIM 卡后,才能进网使用。在网络侧,从网络运营商的角度看, SIM 卡就代表了用户,就好象移动用户的"身份证",每次通话网络对用户的鉴权实际上是对 SIM 卡的鉴权。

网络运营部门向用户提供 SIM 卡时需要注入用户管理的有关信息,其中包括:用户的国际移动用户识别号 (IMSI)、鉴权密钥 (Ki)、用户接入等级控制以及用户注册的业务种类和相关的网络信息等内容。

当网络端允许一个新的用户接入网络时,网络要对新的移动用户的国际移动用户识别码 (IMSI) 的数据做"附着"标记,表明此用户是一个被激活的用户可以入网通信了。移动用户关机时,移动用户要向网络发送最后一次消息,其中包括分离处理请求,"移动通信中心/访问位置寄存器"收到"分离"消息后,就在该用户对应的 IMSI 上作"分离"标记,去掉"附着"。

周期位置更新发生在当网络在特定的时间内没有收到来自移动台任何信息。比如在某些特定条件下由于无线链路质量很差,网络无法接收移动台的正确消息,而此时移动台还处于开机状态并接收网络发来的消息,在这种情况下网络无法知道移动台所处的状态。为了解决这一问题,系统采取了强制登记措施。如系统要求移动用户在一特定时间内,例如一个小时,登记一次。这种位置登记过程就叫做周期位置更新。



系统的越区交换和漫游

当移动用户处于通话状态时，如果出现用户从一个小区移动到另一个小区的情况，为了保证通话的连续，系统需要将对该 MS 的连接控制也从一个小区转移到另一个小区。这种将正在处于通话状态的 MS 转移到新的业务信道上（新的小区）的过程称为“切换”（Handover）。因此，从本质上说，切换的目的是实现蜂窝移动通信的“无缝隙”覆盖，即当移动台从一个小区进入另一个小区时，保证通信的连续性。切换的操作不仅包括识别新的小区，而且需要分配给移动台在新小区的话音信道和控制信道。通常，有以下两个原因引起一个切换：

(1)信号的强度或质量下降到由系统规定的一定参数以下，此时移动台被切换到信号强度较强的相邻小区。

(2)由于某小区业务信道容量全被占用或几乎全被占用，这时移动台被切换到业务信道容量较空闲的相邻小区。

由第一种原因引起的切换一般由移动台发起，由第二种原因引起的切换一般由上级实体发起。

在 GSM 数字移动系统中，对切换的控制是分散控制的。移动台与基站均参与测量接受信号的强度（RSSI）和质量（BER）。对不同的基站 RSSI 的测量在移动

台处进行，并以每秒两次的速率，将测量结果报告给基站。同时，基站对移动台所占用的业务信道 TCH 也要进行测量，并报告给基站控制器 BSC，最后由基站控制器决定是否需要进行切换。由于 GSM 系统采用的是时分多址接入 (TDMA) 的方式，它的切换主要是在不同时间隙之间进行的，这样在切换的瞬间，切换过程会使通信发生瞬间的中断，即首先断掉移动台与旧的链路的连接，然后再接入新的链路。人们称这种切换为“硬切换”。与此相应的，若移动台和相邻的两个基站同时保持联系，当基站确定移动台彻底进入某一个区域后，才断开另一个基站的联系，期间没有中断通话，称之为“软切换”。

系统的安全措施

在 GSM 系统中，主要采取了以下安全措施：对用户接入网的鉴权；在无线链路上对有权用户通信信息的加密；移动设备的识别；移动用户的安全保密。

鉴权的作用是保护网络，防止非法盗用。同时通过拒绝假冒合法用户的“入侵”从而保护 GSM 网络的用户。GSM 系统的鉴权原理是基于 GSM 系统定义的鉴权键 K_i 。当一个客户与 GSM 网络运营商签约，进行注册登记时，其要被分配一个移动用户号码 (MSISDN) 和一个移动用户识别号码 (IMSI)，与此同时还要产生一个与 IMSI 对应的移动用户鉴权键 K_i 。鉴权键 K_i 被分别存放在网络端的鉴权中心 AC 中和移动用户的 SIM 卡中。鉴权的过程就是验证网络端和用户端的鉴权键 K_i 是否相同，验证是在网络的 VLR 中进行的。不过这样进行鉴权存在一个问题，就是鉴权时需要用户将鉴权键 K_i 在空中传输给网络，这就存在鉴权键 K_i 可能被人截获的问题。为了安全的需要，GSM 用一鉴权算法 A3 产生加密的数据，叫做符号响应 (SRES, Signed Response)。具体方法是，用鉴权键 K_i 和一个由 AC 中伪随机码发生器产生的伪随机数 (RAND, Random number)，作为鉴权算法 A3 的输入，经 A3 后，其输出便是符号响应 SRES。这样在鉴权时移动用户在空中向网络端传送的是 SRES，并在网络的 VLR 中比较。

移动用户的安全保密包括两个方面：用户的临时识别码 (TMSI) 和用户的个人身份号 (PIN)。

1. 用户的临时识别码 (TMSI)

用户的临时识别码 (TMSI) 的设置是为了防止非法个人和团体通过监听无线路

径上的信令交换而窃得移动用户的真实 IMSI 或跟踪移动用户的位置。

用户的临时识别码 (TMSI) 由 MSC/VLR 分配, 并不断进行更换, 更换周期由网络运营者决定。每当 MS 用 IMSI 向系统请求位置更新、呼叫建立或业务激活时, "移动通信中心/访问位置寄存器"对它进行鉴权。允许接入网络后, "移动通信中心/访问位置寄存器"产生一个新的 TMSI, 通过给 IMSI 分配 TMSI 的信令将其传送给移动台, 写入用户的 SIM 卡。此后, "移动通信中心/访问位置寄存器"和 MS 之间的信令交换就使用 TMSI, 而用户的 IMSI 不在无线路径上传送。

2. 用户的个人身份号 (PIN)

用户个人身份号码是一个四到八位的个人身份号, 用于控制对 SIM 卡的使用, 只有 PIN 码认证通过, 移动设备才能对 SIM 卡进行存取, 读出相关数据, 并可以入网。每次呼叫结束或移动设备正常关机时, 所有的临时数据都会从移动设备传送到 SIM 卡中, 再打开移动设备时要重新进行 PIN 码校验。

如果输入不正确的 PIN 码, 用户可以再连续输入两次, 超过三次不正确, SIM 卡就被阻塞。此时须到网络运营商处消除阻塞。当连续十次不正确输入时, SIM 卡会被永久阻塞, 此 SIM 卡作废。

窄带 (N-CDMA) 系统简介

第二代移动通信是以 GSM、窄带 (N-CDMA) CDMA 两大移动通信系统为代表的。前面已经介绍了 GSM 系统, 这里我们介绍一下窄带 CDMA 系统, 由于宽带 CDMA 系统是我们今后的发展方向, 所以后面我们还会对宽带 CDMA 系统作介绍。

由于 CDMA 体制具有较强的抗干扰能力, 具有抗多径延迟扩展的能力, 以及可提高蜂窝系统的通信容量等优点, 使得 CDMA 数字蜂窝移动通信系统成为 TDMA 数字蜂窝系统 (以 GSM 为代表) 的强有力的竞争对手。

数字蜂窝移动通信系统采用 CDMA 技术将带来下列好处:

(1) 较低的发射功率; (2) 保密性; (3) 软切换; (4) 大容量; (5) 话音激活技术; (6) 频率重用及扇区化; (7) 低的信噪比或载干比需求; (8) 软容量, 即容量不是定值, 可以变动, 用户数的增加仅仅会使通话质量下降而已。

前向链路中的逻辑信道包括：前向业务信道（TCH），引导信道（PiCH）、同步信道（SyCH）和寻呼信道（PaCH）等组成。

前向逻辑信道及其功能如下：

（1）引导信道（PiCH，即 Pilot Channel）：基站在此信道发送引导信号（其信号功率比其它信道高 20dB）供移动台识别基站并引导移动台入网。

（2）同步信道(SyCH，即 Synchronization Channel)：基站在此信道发送同步信息供移动台建立与系统的定时和同步。

（3）寻呼信道(PaCH，即 Paging Channel)：基站在此信道寻呼移动台，发送有关寻呼、指令及业务信道指配信息。

（4）前向业务信道(F-TrCH)，即供基站到移动台之间通信，用于传送用户业务数据，同时也传送信令信息，传送这种信令信息构成的信道称为伴随信令信道（ASCH，即 Associated Signaling Channel），例如功率控制信令信息就是在 ASCH 中传送的。

反向链路中的逻辑信道由反向业务信道（TCH）和接入信道（AcCH）等组成。

反向逻辑信道及其功能如下：

（1）接入信道是一个随机接入信道，供网内移动台随机占用，移动台在此信道发起呼叫及传送应答信息。

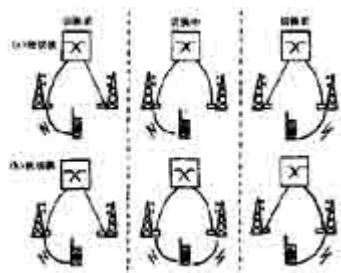
（2）反向业务信道(B-TrCH)，即供移动台到基站之间通信，它与前向业务信道一样，用于传送用户业务数据，同时也传送信令信息，如功率控制信道。

窄带系统的切换分类

在 CDMA 数字蜂窝通信系统中，像模拟蜂窝系统和其它数字蜂窝系统一样，存在移动用户越区及漫游的信道切换。不同的是，在 CDMA 蜂窝系统中的信道切换可

分为两大类：硬切换及软切换。

硬切换是指在载波频率指配不同的基站覆盖小区之间的信道切换。这种硬切换将包括载波频率和引导信道 PN 序列偏移的转换。在切换过程中，移动用户与基站的通信链路有一个很短的中断时间。



窄带（N-CDMA）系统的切换分类

软切换是指在引导信道的载波频率指配相同的小区之间的信道切换，这种软切换只是引导信道 PN 序列偏移的转换，而载波频率不发生变化。在切换过程中，移动用户与原基站和新基站都保持着通信链路，可同时与两个（或多个）基站通信。然后才断开与原基站的链路，而保持与新基站的通信链路。因此，软切换没有通信中断的现象，从而提高了通信质量。下图为硬切换与软切换的示意图。

软切换还可细分为更软切换和软 / 更软切换。更软切换是指在一个小区内的扇区之间的信道切换。因为这种切换只需通过小区基站便可完成的，而不需通过移动交换中心的处理，故称为“软 / 更软切换”。软 / 更软切换是指在一个小区内的扇区与另一小区或另一小区的扇区之间的信道切换。

窄带系统的软切换过程

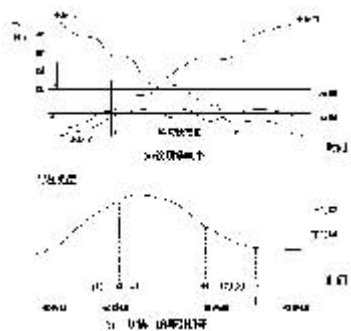
在 CDMA 软切换过程中，移动台需要搜索引导信号并测量其信号强度，设置切换定时器，测量引导信号中的 PN 序列偏移（相位），并通过移动台与基站的信息交换完成切换。

软切换的具体过程包含三个阶段：移动台与原小区基站台保持通信链路；移动台与原小区基站台保持通信链路的同时，与新的目标小区（一个或多个小区）的基站台建立通信链路；移动台只与其中的一个新小区基站台保持通信链路。

实现软切换的前提条件是移动台应能不断地测量原基站台和相邻基站台引导信道的信号强度，并把测量结果通知基站。图（a）中示出移动台由 A 小区到 B 小区的越区软切换的信号电平与判决门限。因为来自 c 小区基站的引导信号强度低于下门限（降阈），所以该引导信号不介入切换。当移动台测量到来自相邻小区基站的引导信号大于上门限（增阈）时，移动台将所有高于上门限的引导信号的强度信息

报告给基站（移动交换中心），并将这些引导信号作为候选者。这时，移动台进入软切换区。

移动交换中心通过原小区基站向移动台发送一个切换导向的消息。移动台依照切换导向的指令跟踪新的目标小区（一个或多个小区）的引导信号，将这些引导信号作为有效者（或激活者）。同时，移动台在反向信道上向所有激活者的基站发送一个切换完成的消息。这时，移动台除仍保持与原小区基站的链路外，与新小区基站建立了链路。因此，在此阶段移动台的通信是多信道并行的。



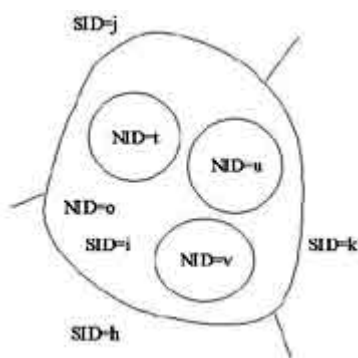
窄带（N-CDMA）系统的软切换过程

当原小区基站的引导信号强度低于下门限时，移动台的切换定时器开始计时，计时期满，移动台向基站发送引导信号强度的测量消息。基站向移动台发送一个切换导向消息。依此切换导向消息移动台拆除与原小区的链路，保持新小区的链路。并向基站发送一个切换完成信息。而原小区基站的引导信号由有效者变为邻近者。这时，就完成了越区软切换的全过程。

对于某一个小区基站的引导信号而言，在切换过程中其引导信号是处在不同的状态：相邻，候选，激活。因为处在这三重状态的引导信号不止一个，所以将它们称为组，如图（b）所示。图中（1）表示进入软切换过程的时刻；（2）表示基站向移动台发送切换导向消息的时刻；（3）表示引导信号由候选变为激活状态的时刻；（4）表示移动台启动切换定时器的时刻；（5）表示定时器计时终止的时刻；（6）表示移动台向基站发送切换导向消息的时刻；（7）表示软切换过程结束的时刻。

窄带系统的漫游

在 CDMA 数字移动通信系统中，为了区分和管理，将一个系统的覆盖分成若干个网络，而网络又分成区域，区域是由若干个基站组成。不同的系统用系统识别码（SID）标记；不同的网络用网络识别码（NID）标记，共有 65535 个网络识别码可供指配。因此，任何系统中的任何网络，都可用系统识别码和网络识别码构成的系统网络识别对（SID，NID）来唯一确定，参见下图中示出了系统 i、j、k、系统 i 中包含有 u、v、t 三个网络。这三个网络的识别对（SID，NID）应当分别为（i，u）、（i，v）、（i，t），而（i，o）则是 i 系统中的另外的一个网络。



在这样定义了系统和网络之后，切换及漫游均可用网络识别对（SID，NID）来说明。

如果移动台的归属（本地）网络识别对（SID，NID）与所在网络覆盖区的网络识别对相同时，只存在切换的可能，而不发生漫游。如果移动台的（SID，NID）与本网（SID，NID）不相同，则说明该移动台是漫游用户。

窄带（N-CDMA）系统的漫游

图中：示出了系统 i、j、k、凡系统 i 中包含有 u、v、t 三个网络。这三个网络的识别对（SID，NID）应当分别为（i，u）、（i，v）、（i，t），而（i，o）则是 i 系统中的另外的一个网络。相应地，在 SID 分别为 j、k、h 的区域，它们也有各自的网络，网络之间通过对（SID，NID）的识别来区分，也同时由这些信息完成漫游功能。

GSM 的演化

GSM 移动数据业务主要分为电路型数据业务和分组型数据业务。GSM 第一阶段提供的 9600bps 以下数据业务及 Phase 2+ 阶段提出的 HSCSD 都属于电路型数据业务。Phase 2+ 阶段提出的 GPRS，则属于分组型数据业务，后者相对于前者具有很显著的优越性。

1. 电路型数据业务

GSM 系统一开始就是从数字化的角度进行设计的，若提供电路型数据业务，则只要进行版本升级，不用进行大的网络重新规划。在 GSM 第一阶段即提出了电路型数据业务的实现方式，为了适应种类繁多的数据业务，GSM 网络两端分别设置了 2 个功能单元 TAF 和 IWF，使得无论开展何种数据业务，在 GSM 网内传输数据的方式是一致的。提供数据业务时，BTS/BSC 仅需提供编码支持，MSC 中需增加 IWF 功能单元，可提供 PSTN/ISDN/PDN 互联，提供传真 / 数据业务功能，速率在 9.6kbps 以下，支持透明和非透明两种方式（由是否采用 RLP 协议决定）。电路型数据业务基本原理如图 2 所示。



电路型数据业务基本原理

由于受到无线接口的单个业务信道数据传送速率最高不能超过 12kb/s 的限制,与其它网络数据通信速率最高为 9600b/s。为了提高数据速率,ETSI 于 1997 年 2 月批准采用 HSCSD 技术,采用一种新的信道编码方案,通过截短校验比特将时隙波特率从 9.6kbps 增加到 14.4kbps。HSCSD 还能使多个时隙结合在一起,从而最

高达到 57.6kbps,等效于一条无线 ISDN 线路。提供 HSCSD 仅需作少量额外投资,主要是进行软件升级,不需新的网络组成部分。

2. 分组型数据业务 - GPRS

GPRS 是 GSM 提供的分组交换和分组传输方式的新的承载业务,可以应用在 PLMN 内部或应用在 GPRS 网与外部互联分组数据网 (IP、X.25) 之间的分组数据传送,GPRS 能提供到现有数据业务的无缝连接。使用 GPRS 时,数据封装进每个分组并在网上发送。网络容量仅在需要时分配,提供了即时连接和高通过率。GPRS 提供了非常灵活的波特率,从小于 100bps 到大于 171.2kbps,因此能处理从低速短消息到浏览复杂网站所需的高速传输。少于一时隙的各种应用可从 GPRS 的功能中得到好处,可使几个用户共享一个时隙。GPRS 允许用户在收发数据资料的同时接收电话。不过,GPRS 将要求空中接口和基站分系统两方面作更动,以便能进行此种分组模式的传输。另外 GPRS 需要新的网络组成部分,SGSN 和 GGSN,GPRS IP 骨干网,以及新型终端。GPRS 对电子信箱和数据库接入业务较理想,用户不必为短暂的传输付出高费用。由于基于 TCP/IP 协议,GPRS 可提供与因特网更有效的连接。

3. GSM 增强数据率改进 - EDGE

为了进一步向第三代移动通讯系统演进,GSM 系统将引入 EDGE 技术。EDGE 技术一个吸引人的地方在于它不需要对网络硬件和软件进行大的改动,它在 HSCSD 和 GPRS 的基础上,采用 8PSK 调制方式,可以每时隙波特率提高到 48kbps,EDGE 同时还允许集中多达 8 个时隙,从而使总带宽达到 384kbps。这些时隙可被灵活地用来同时传送多个业务。预计到 2000 年,采用 EDGE 技术的高速率数据通信将开始应用到 GSM 网络上。

电路型与分组型之别

互联网高潮把人们的目光引向作为组网协议的 IP。IP 原本是为数据专用，如今却越来越广泛地被应用于语音（VoIP）。这项技术正不断地被加以改进，用来提高传送质量。IP 被应用于 GPRS 网络是因为 GPRS 被设计为承载业务，支持基于标准数据协议的应用。

分组交换同传统电路交换相比有许多优势，其中主要一点是分组交换允许众多用户共用同一物理设施，而一条电路只能由当前用户专用。这一优势尤其适用于突发性极强、对延迟变化不敏感的数据业务。因此当链路带宽允许时就能够实现数据的缓冲和传送。这种功能通常被称作“统计复用”，可以通过带宽的共用节省基础设施供应的成本。而且，运营商还可以通过同时支持语音和数据两种业务开始向单一网络发展，从而支持这两种业务，并进一步节约运营成本。

同电路交换相比，分组交换将大大降低每比特的成本。分组交换可扩展性强，非常适合用户/服务器结构，这种结构反之又促进它本身未来的发展和提高。例如，可以引入新服务器承载新的业务和应用而不会干扰现有业务。现有基础设施可被用做基础平台来增加语音业务和数据业务的数量和类型，同时支持现有用户增长率。

分组传输优越于互连电路的一般趋势与各类运营商和各类业务都有关。基于分组的新技术，如异步传输模式（ATM），已开始展现该概念在增大容量、提高运营速度时是多么有效。

结果，网络基础设施将融合到一起，为语音和数据提供互动功能和端到端的服务质量（QoS）。对于 W-CDMA 和其他 3 代网络来说，ATM 通过综合不同媒体和提供额外带宽、可选择的服务质量以及传输特性实现了更广泛的、曾经被视为不可能实现的应用。这就是下一代服务传输的实质，而不管采用哪种接入技术。

对比内容	无线信道	链路建立时间	传输时延	传输速率	网络升级费用	提供相同业务代价
电路型数据业务（9.6kbps 以及数据业务 HSCSD）	专用，最多 4 个时隙捆绑	呼叫建立时间长	短，适合于实时性强的业务	从小于 9.6kbps 到 57.6kbps	初期投资少，需增加 IWF 单元及对 BTS / BSC 进行软件升级	价格昂贵、占用系统资源多

分组型数据业务（GPRS）	共享，最多 8 个时隙捆绑	短，有"永远在线"之称	适度的传输时延	最大 171.2kbps	费用较大，需增加网络设备，但节省基站投资	价格较便宜、占用系统资源少
---------------	---------------	-------------	---------	--------------	----------------------	---------------

GPRS 简介

说到移动数据，你脑子里想的是什么？

一部轻巧易用的手机，一个更大的屏幕，手指轻轻一按，新的服务便款款而来。

许多使用手机上网的用户都对 WAP 手机缓慢的接入方式表示抱怨，因而这也极大地打击了用户的移动上网热情。GPRS(通用无线分组业务)作为一种更先进的技术是移动通信由 GSM 时代向第三代(3G)过渡的一个重要的里程碑。GPRS 从很多方面弥补了 WAP 的不足，它具有"永远在线"、费用合理及高速率等优势，将极大地加强手机的功用和拓展移动通信增值服务领域。GPRS 使 WAP 有了更大的发挥空间。

业界通常将移动通信分为三代。第一代是模拟的无线网络，第二代是数字通信包括 GSM、CDMA 等，第三代是分组型的移动业务，称为 3G。GPRS 是通用分组无线业务的缩写（General Packet Radio System），是介于第二代和第三代之间的一种技术，通常称为 2.5G，目前通过升级 GSM 网络实现。称之为 2.5G 是比较恰当的，因为它是一个混合体，采用 TDMA 方式传输语音，采用分组的方式传输数据。

迄今为止，移动通信的发展还是围绕话音（话音质量和漫游范围）进行的。对非话音通信的需求仍处于初期阶段，但正稳步上升，去年短消息（SMS）业务量的迅速增长正说明了这一点。与此同时，国际互联网的迅猛增长，为基于网页内容的服务拓展了机遇，且很可能在下一代网络中占据支配地位。考虑到对更复杂应用的需求，对新型无线数据服务的预期需求令 GSM 运营商对运营环境中的重大变革充满期待。

GPRS 基本原理是：当有数据传送需要时，将利用分组在网络中传送数据，而非利用当前承载服务所采用的固定电路连接。这促进了多用户间对网络资源的共享，并允许运营商最优地使用现有设备，同时利用已安装的设备创造新的收入来源。

GPRS 是欧洲电信协会 GSM 系统中有关分组数据所规定的标准。它可以提供高

达 115Kbps 的空中接口传输速率。GPRS 使若干移动用户能够同时共享一个无线信道，一个移动用户也可以使用多个无线信道。实际不发送或接收数据包的用户仅占很小一部分网络资源。有了 GPRS，用户的呼叫建立时间大为缩短，几乎可以做到“永远在线”（always online）。此外，GPRS 是营运商能够以传输的数据量而不是连接时间为基准来计费，从而另每个用户的服务成本更低。

GPRS 将促进多种数据应用的出现，这些应用将比当前的 GSM 数据服务好得多。在一定意义上，能够提供界面友好的屏幕和菜单的新型手机将推动此类应用的发展，并鼓励更多的用户享受这些应用带来的方便。

GPRS 业务特点及种类

GPRS 网为移动数据用户主要提供突发性数据业务，能快速建立连接，无建链时延。GPRS 特别适用于频繁传送小数据量的应用和非频繁传送大量数据。GPRS 能提供的 PTP（点对点）和 PTM（点对多点）数据业务外，还能支持补充业务和短消息业务。

GPRS 网提供的承载业务：

（1）点对点无连接网络业务(PTP-CLNS)

PTP-CLNS 属于数据报类型业务，各个数据分组彼此互相独立，用户之间的信息传输不需要端到端的呼叫建立程序，分组的传送没有逻辑连接，分组的交付没有确认保护，主要支持突发非交互式应用业务，是由 IP 协议支持的业务。

（2）点对点面向连接的数据业务(PTP-CONS)

PTP-CONS 属于虚电路型业务，它为两个用户或多个用户之间传送多路数据分组建立逻辑虚电路(PVC 或 SVC)。PTP-CONS 业务要求有建立连接、数据传送和连接释放工作程序。PTP-CONS 支持突发事件处理和交互式应用业务，是面向连接网络协议，如 X.25 协议支持的业务，在无线接口，利用确认方式提高可靠性。

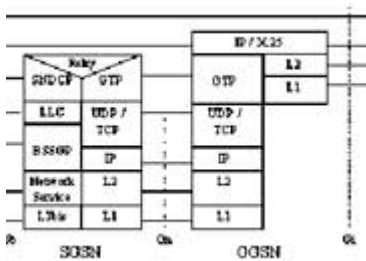
（3）点对多点数据业务(PTM)

GPRS 提供的点对多点业务可根据某个业务请求者要求，把信息送给多个用户，又可细分为点对多点多信道广播业务(PTM-M)、点对多点群呼业务(PTM-G)、IP 广播业务(IP-M)。

(4) 其它业务

包括 GPRS 补充业务、GSM 短消息业务、匿名的接入业务和各种 GPRS 电信业务。

GPRS 传输协议平台



GPRS 传输协议平台如图所示。

GPRS 传输协议平台

LLC(Logical Link Control)协议基于 HDLC(高级数据链路控制规程)协议，LLC 帧包含帧头、临时地址字段、可变长度信息字段和帧检测序列，为 MS 和 SGSN 之间提供高可靠的逻辑链路，可传输确认帧和非确认帧，对中断帧可检测重发，支持点对点和点对多点数据传输。利用同一个物理信道实现网络和多个 MS 之间传输信息，LLC 层允许信息传送有不同优先级。

SNDCP(SubNetwork Dependent Convergence Protocol)协议属于网络层协议，从移动台 MS 到 SGSN，数据分组被分成几个子网相关的收敛数据单元，SNDCP 协议执行用户数据的分段处理、用户数据的压缩、TCP/IP 头的压缩和加密功能。

BSSGP(Base SubSystem GPRS Protocol)协议支持基站和 SGSN 之间传送路由信息和 QoS 信息，及执行 SGSN 和 BSC(基站控制器)之间信令管理和分组确认功能。Network Service(NS)网络服务层用来传输 BSSGP PDUs，它是基于 BSS 和 SGSN 间的帧中继连接，可以采用直联方式，也可经过帧中继网络进行连接。

GTP(GPRS Tunnelling Protocol)协议在 GPRS 骨干网中在 GSNs 之间(如 SGSN 和 GGSN)提供协议信道，所有的 PTP 分组数据协议的 PDUs 应由 GTP 协议进行封装。

TCP/UDP ,其中 TCP 是承载需要可靠数据链路(如 X.25)的 GPRS 骨干网的 GTP PDUs 的协议 ,而 UDP 是承载不需可靠数据链路 (如 IP)的 GPRS 骨干网的 GTP PDUs 的协议。TCP 提供流量控制和保护 GTP PDUs 避免数据丢失和崩溃功能 ,而 UDP 仅提供避免 GTP PDUs 崩溃的功能。

IP 是 GPRS 骨干网协议 ,用于用户数据和控制信令的路由协议 ,GPRS 第一阶段采用 Ipv4 ,最终要采用 Ipv6 协议。

L1bis , L1 , L2 底层协议 ,在 GPRS 规范中没有明确规定 ,各厂商的解决方法可能不同。

GPRS 系统组成

GPRS 网是在 GSM 电话网的基础上增加以下功能实体构成的 :

SGSN (服务 GPRS 支持节点)、GGSN (网关 GPRS 支持节点)、PTMSC (点对多点服务中心) ;

共用 GSM 基站但基站要进行软件更新 ;

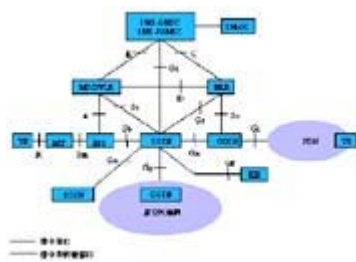
采用新的 GPRS 移动台 ;

GPRS 要增加新的移动性管理程序 ;

通过路由器实现 GPRS 骨干网互联 ;

GSM 网络系统要进行软件更新和增加新的 MAP 信令和 GPRS 信令等。

GPRS 骨干网的逻辑结构如图所示。



GPRS 骨干网的逻辑结构图

GPRS 网上增加了一些接口，主要包括：

SGSN-BSS 间的 Gb 口，SGSN 通过 Gb 口与基站 BSS 相连，为移动台 MS 服务。通过逻辑控制协议 LLC，建立 SGSN 与 MS 之间的连接，提供移动性管理(位置跟踪)和安全管理功能。SGSN 完成 MS 和 SGSN 之间的协议转换，即骨干网使用的 IP 协议转换成 SMDCP 和 LLC 协议，并提供 MS 鉴权和登记功能。

SGSN-GGSN 间的 Gn 口，SGSN 通过 Gn 口和 GGSN 相连，通过 GPRS 隧道协议(GTP)建立 SGSN 和外部数据网(X.25 或 IP)之间的通道，实现 MS 和外部数据网的互联。

SGSN-MSC/VLR 间的 Gs 口，用于 SGSN 向 MSC/VLR 发送地址信息，并从 MSC/VLR 接收寻呼请求，实现分组型业务和非分组型业务的关联。

SGSN-HLR 间的 Gr 口，HLR 保存 GPRS 用户数据和路由信息(IMSI，SGSN 地址)，每个 IMSI 还包含分组数据协议 PDP 信息，包括 PDP 类型(X.25 或 IP)、PDP 地址及其 QoS 等级以及路由信息。

GGSN-外部数据网之间的 Gi 口，GGSN 通过 Gi 口实现 GPRS 网和外部数据网(PDN)的互联。GGSN 实际上是两个互联网网关，GPRS 本身属于 IP 领域网络，Gi 口支持 X.25 和 IP 协议。从 PDN 网看 GGSN，GGSN 可看作是一个路由器联到 PDN 网，GGSN 包含用于连接 GPRS 用户的路由信息，为外部数据网的 PDU 送到 MS 提供通道，通过 GGSN 与 GPRS 网互联的分组数据网 PDN，可以是 PSPDN 网，这时，GPRS 支持 ITU-T X.121 和 ITU-T E.164 编号方案，提供 X.25 虚电路及对 X.25 快速选择，还支持网间的 X.75 协议连接；也可以是 Internet 网，基于 IP 协议，在 IP 数据报传输方式中，GPRS 支持 TCP/IP 头的压缩功能。

分组数据路由传输

在 MS 和 SGSN 之间，由 SMDCP/LLC 协议来路由转发分组数据单元 PDU，通过 TLLI/NSAPI 标识来唯一识别特定用户的 PDU。在 SGSN 和 GGSN 之间，利用 GTP 头中的 TID 和 IP 头中的 GSN 地址来唯一标识特定用户的 PDU 传输隧道。GPRS

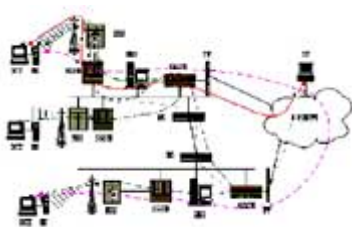
中的分组数据传输主要分为 MS-PDN、MS-MS 两种类型。图中描述了分组数据的路由传输方式。

(1) MS-PDN 分组路由传输

当 MS 在归属网络中时,由 MS 发出的 PDU 通过 SMDCP/LLC 协议传输到 SGSN, SGSN 通过 GPRS 内部骨干网,采用 GTP 协议,将 PDU 以隧道方式路由传输到 GGSN,由 GGSN 互联 PDN 网,将 PDU 最终转发给 TE。

当 MS 在拜访网络中时,根据 PDP 地址由归属网络分配,还是由拜访网络分配,分为两种方式。当由拜访网络分配时,其路由过程类似于 MS 在归属网络中的情况。当 PDP 地址由归属网络分配时,MS 发出的 PDU 需通过 BG 网关转发回归属网络的 GGSN,由归属网络的 GGSN 接入外部 PDN。这两种方式各有优缺点,前者效率较高,可避免 PDU 跨 GPRS 骨干网络传输,大大减少 GPRS 骨干网互联的带宽需求,但要求不同网络运营者和 PDU 业务提供者达成相关漫游协议,增加了网络建设的复杂性。后者实现简单,当漫游用户较少时,不失为一种快捷方便的实现方式。

(2) MS-MS 分组路由传输



MS-MS 分组路由传输根据两个 MS 是否属于同一 GPRS 内部骨干网分为两种情况。当两个 MS 属于同一 GGSN 时,MS1 发出的 PDU 送达 GGSN 后,GGSN 发现目的地址在 GGSN 内,又将该 PDU 封装后发给 MS2 所在的 SGSN,从而到达 MS2。

GPRS 分组数据路由传输方式

当两个 MS 属于两个不同的 GPRS 骨干网时,根据 GGSN 之间是否存在路由,又分为两种路由传输方式。当 GGSN 之间存在路由时,MS1 发出 PDU 到达 GGSN, GGSN 发现与目的地址对应的 GGSN 之间有 GPRS 可达路由,则将 PDU 经 PLMN 间骨干网送往目的 GGSN,进而转发给 MS2。如没有 GPRS 可达路由,则如图中"5"所示,将 PDU 经由外部 PDN 发往目的 GGSN。

信令协议与业务处理

1. 信令协议平台

GPRS 信令协议平台由控制协议以及支持传输协议平台组成，主要实现如下功能：

控制 GPRS 网接入连接，如与 GPRS 网连接和断开；

控制网络接入连接的建立，如分组数据协议 PDP(X.25 或 IP)地址激活；

为了支持用户的移动性，控制建立网络连接的路径；

当用户的需求改变时，控制网络资源的分配。

GPRS 中主要有如下信令协议平台：

1. MS-SGSN 之间的信令协议平台。其中 GMM/SM(GPRS Mobility Management and Session Management)协议支持移动管理功能，如 GPRS 连接、断开、安全管理、路由更新、位置更新、PDP 文本激活和去激活等。

2. SGSN-HLR 之间的信令协议平台，采用标准的 MAP 信令，支持 SGSN 和 HLR 之间的信令交换，是在 GSM 网的基础上，为 GPRS 的移动性管理增加的新功能。

3. SGSN-MSC/VLR 之间的信令协议平台中，BSSAP+协议是 BSSAP 协议的子集，支持 SGSN-MSC/VLR 之间的信令，实现 MSC 和 SGSN 之间的互操作。

4. GSN-GSN 之间的信令协议平台中，GTP 协议为 GPRS 骨干网中的 SGSN 和 GGSN 之间及 SGSN 之间的用户数据和信令信息提供隧道。

在 GPRS 中还有其它一些信令，如 SGSN-EIR 之间的 MAP 信令，SGSN-SMS-SC 之间的 MAP 信令等。

2. GPRS 业务处理流程

GPRS 的业务处理流程主要由移动性管理流程和 PDP 激活/去激活处理流程实现。GPRS 移动性管理流程主要有附着、分离、位置管理等处理流程，每个处理流程中通常会加入登记、鉴权、IMEI 校验、加密等接入控制与安全管理功能。PDP 激活/去激活处理流程都分为 MS 发起和网络发起的两种处理流程。

激活过程

MS 向新 SGSN 发送激活请求消息，消息中包括 P - TMSI + 旧的 RAI(没有可用的 P - TMSI 时用 IMSI)、CKSN、激活类型(只激活 GPRS，IMSI 已被激活的情况下激活 GPRS，GPRS / IMSI 联合激活这三者之一)、DRX 参数、旧 P - TMSI 签名。

新 SGSN 向旧 SGSN 发送身份认证请求消息(P - TMSI、旧 RAI、旧 P - TMSI 签名)，以获取 MS 的 IMSI。旧 SGSN 回送认证响应消息(IMSI，鉴权三参数组)，如果旧 SGSN 不能认证 MS，将回送相应的出错原因。

如果新、旧 SGSN 都无法认证 MS，那么新 SGSN 将向 MS 发送认证请求消息(认证类型=IMSI)，MS 回送响应消息(IMSI)。

MS、新 SGSN、HLR 之间进行保密鉴权。

MS、新 SGSN、EIR 之间进行 IMEI 检查。

如果是初次激活或者再次激活时 SGSN 编号已改变(比较上次而言)，SGSN 要通知 HLR。由新 SGSN 向 HLR 发送位置更新消息(SGSN 编号、SGSN 地址、IMSI)；HLR 向旧 SGSN 发送位置消除消息(IMSI，消除类型)；旧 SGSN 应答(IMSI)；HLR 向新 SGSN 发送插入用户数据消息(IMSI，GPRS 用户数据)；新 SGSN 检查 MS 在新 RA 的合法性，如果 MS 是局部受限用户而不允许在新 RA 激活，则新 SGSN 向 HLR 返回应答(IMSI，SGSN 区域受限)，拒绝激活请求。如果是其他原因不允许激活，则返回 HLR 的是应答(IMSI，原因)。如果 MS 经检查合法，则返回应答(IMSI)；HLR 向新 SGSN 回送位置更新应答。

如果激活类型为后两者(IMSI 已被激活的情况下激活 GPRS、GPRS / IMSI 联合激活)，当 SGSN 与 MSC / VLR 之间的 Gs 接口存在时，要更新 VLR。VLR 的编号

从 RA 获取。新 SGSN 向新 MSC / VLR 发送位置更新请求消息(新 LAI、IMSI、SGSN 编号, 位置更新类型); 新 VLR 向 HLR 请求位置更新(IMSI, 新 VLR); HLR 通知旧 VLR 消除位置信息(IMSI); 旧 VLR 对 HLR 应答(IMSI); HLR 向新 MSC / VLR 发送插入用户数据消息(IMSI, GSM 用户数据); 新 VLR 应答 HLR(IMSI)。这时新 MSC / VLR 向新 SGSN 发送位置更新接受的响应(VLRTMSI)。

新 SGSN 向 MS 发送激活接受消息(P - TMSI, VLRTMSI, P - TMSI 签名)。

MS 向新 SGSN 回送激活完成消息(P - TMSI, VLRTMSI)。

新 SGSN 向新 MSC / VLR 发送 TMSI 再分配完成消息(VLRTMSI)。

位置管理过程

MS 将接收到的 CI、RAI 与其存储的 CI、RAI 进行比较, 如发现不同, 则要发起位置更新请求。当 MS 处于准备状态时, CI 改变时要发起小区更新请求。当 MS 处于守候状态时, 它只能发起 RA 更新请求, 而在同一 RA 内 CI 改变时, 不能发起更新请求。RA 更新分为 SGSN 内部 RA 更新与 SGSN 之间的 RA 更新两种。这里介绍较为复杂的 SGSN 之间的 RA 更新。

MS 向新 SGSN 请求 RA 更新(旧 RAI, 旧 P - TMSI 签名, 更新类型)。

新 SGSN 向旧 SGSN 发送获取 MS 的 MM 和 PDP 信息的请求(旧 RAI, TLLI, 旧 P - TMSI 签名, 新 SGSN 地址), 旧 SGSN 响应。

MS、新 SGSN、HLR 之间进行安全保密验证。

新 SGSN 通知旧 SGSN 已经准备好接收被激活的 PDP 信息。

旧 SGSN 将滞留的分组单元转发给新 SGSN。

新 SGSN 向 GGSN 发送 PDP 更新请求(新 SGSN 地址、TID(Tunnel Identifier)、协商的 QoS), GGSN 响应(TID)。

新 SGSN 向 HLR 请求位置更新(SGSN 编号、SGSN 地址、IMSI)。

HLR 通知旧 SGSN 取消位置(IMSI、取消类型)，旧 SGSN 响应(IMSI)。

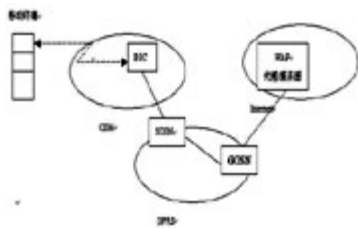
HLR 向新 SGSN 发送插入用户数据消息(IMSI、GPRS 用户数据)，新 SGSN 响应(IMSI)。

HLR 对新 SGSN 的位置更新请求进行应答(IMSI)。

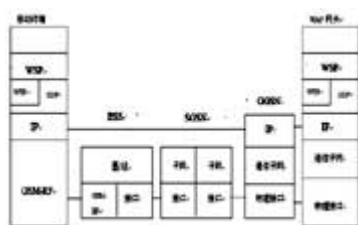
新 SGSN 向 MS 发送 RA 更新接受消息(P - TMSI、P - TMSI 签名、收到的 N - PDU 编号)。

MS 向新 SGSN 发送 RA 更新完成消息(P - TMSI、收到的 N - PDU 编号)。

GPRS 与 WAP



GPRS 作为 WAP 的无线承载 快速传输能力将可以有效地解决 WAP 手机上网速度慢的难题。目前 GSM 电路数据业务能提供的最高用户接入速率为 9.6Kbps，在这个速率上只能传送一些小数据量文本信息如 Fax、Email、FTP 等，另外由于无线网络掉线率高，连接很不稳定，用户经常要重新拨号。这种速度用于传送静态图象还基本能满足要求，但随着因特网的飞速发展，用户往往希望传送高质量的视频和声音。GPRS 的出现将可以提供高达 115Kbps 的空中接口传输能力，这将使现有的 WAP 上网难题迎刃而解。此外，GPRS 使运营商能够以传输的数据量而不是连接时间为基准来计费，从而大大的降低了成本，因此可以说 GPRS 是 WAP 的最佳承载平台，是 WAP 业务成功的关键。



基于 GPRS 的 WAP 协议配置

GPRS 支持 WAP 应用同支持其他应用是一样，网络本身无须作任何改动。GPRS 网络连接 GSM 与 Internet，在移动终端与 WAP 代理/服务器之间提供 IP 通路。在其上提供 WAP 业务，所要做的只是在两个端点上建立 WAP 协议栈。GPRS 能支持 IP 协议，这里的数据包协议是 UDP/IP，而不是 WDP。

GPRS 的局限

相对于现在的非语音数据服务，GPRS 大幅提高了频谱的利用和开发，是一种重要的移动数据服务。但仍存在一些限制，如：

有限的蜂窝站容量：

GPRS 的应用会冲击现有的网络容量。现在，仅有有限的射频资源允许用来开发新的用途，达到一个目的就达不到另一个，例如，GPRS 电话呼叫与语音使用同一个系统资源。GPRS 对容量的影响取决于留给 GPRS 应用的时隙多寡。GPRS 可以动态管理频道配置，可在信号流量高峰期时使用短消息传送以减少频道的负荷。

结论：需要 SMS 做为数据传输的补充，SMS 使用不同的射频资源。

实际传输速度比理论低得多：

达到理论上的最高传输速度 172.2 Kbps 的条件是，只一个用户占用全部八个时隙并且没有任何错误保护程序。现实中，营运商不可能允许单个 GPRS 用户占用全部时隙。另外，初期的 GPRS 终端会受很大局限--只支持一个，两个或三个时隙。因此，理论上最大速度要考虑到现实环境的约束而重新检验。事实的数据传输速度应比固话系统更低。

结论：个人用户要得到的速度较快的数据传输，要等 EDGE 或 UMTS 应用后才能实现。

不能保证无线终止的终端应用：

在撰写本文时，还没有任何一家主要手机制造厂家宣称初期的 GPRS 终端支持无线终止接收来电的功能，这将对 GPRS 市场是否可以成功地从其它非语音服务抢夺用户的核心问题。

启用 GPRS 服务时，用户确认就服务内容的流量支付费用。GPRS 终端会装载 WAP 浏览器。但是，无线终止的 IP 流量会允许未经授权的内容发送给终端而不应被收取费用。更坏的情况是用户要为不想收取的垃圾内容付费。这是目前营运商支

持 GPRS 无线终止的终端的反面因素。但是，其它任何媒体也都存在这样的问题，不意味着非禁止不可。使用 GGSN 或鉴权方法的网络端的解决方案较为可取，而非每部 GPRS 手机都要装上毫无弹性的限制。

结论：GPRS 终端是否支持无线终止，威胁 GPRS 的应用和市场开拓。

不太理想的调制方式：

GPRS 使用名为 GMSK (Gaussian Minimum-Shift Keying) 的调制技术。EDGE 基于一种新的调制方法 8 PSK (eight-phase-shift keying)，允许无线接口有更高的比特率。8 PSK 也用于 UMTS。网络营运商为过渡到第三代，须在某一阶段改为使用新的调制方式。

结论：需要 EDGE。

传输延迟：

GPRS 封包数据向各个方向传输，最终到达同一目的地。这种传输途径使被传输数据包有可能在射频链中遗失或损毁。GPRS 标准涵盖了无线封包技术这一特征并采用数据整合和再传方法，但可能造成潜在的传输延迟。需要广播级质量的视频应用可采用 HSCSD (HIGH SPEED CIRCUIT SWITCHED DATA)。HSCSD 也是一种 CSD，一个用户可在同一时间使用高达四个信道。这种发出人与接收人的端对端的连接使传输延迟的可能性大大减少。

结论：需要应用 HSCSD。

没有储存和发送功能：

SMS 的存储和发送引擎是 SMS 中心的核心，也是 SMS 服务的主要功能。GPRS 标准中未提及任何存储机制，除 SMS 与 GPRS 的互相链接。

结论：需要 SMS。

横向应用

GPRS 应用主要分为面向个人用户的横向应用和面向集团用户的纵向应用两种。

对于横向应用，GPRS 可提供网上冲浪、E-mail、文件传输、数据库查询、增强型短消息等业务。

聊天：

将聊天与通常的信息服务区别开，是因为这样的信息来自个人，尽管他仍然是从因特网某个网站上得到信息，但"信息密度"（每个消息的需传送的信息量）较低。与大行其道的互联网上的群体聊天一样，兴趣相同的人也开始利用非语音服务进行聊天、联络和讨论。GPRS 具有的互联网的相关性，可以使移动用户完全参与现有的网上聊天活动，而无需特别地开办移动用户专用的聊天区，使 GPRS 具有一定的优越性。但是，GPRS 在初期不能支持一点对多点的服务，一个消息不能传送给一组收件人。我们预计在可见的将来，现有的 SMS 仍会是聊天应用的主要工具，尽管 GPRS 在这方面的试验性应用迟早会开始。

文本和图象信息：

很多内容，如股价、体育赛事比分、天气、航班、新闻概要、祈祷语、彩票结果、笑话、占星、交通情况、与位置有关的服务等等，适合移动用户通过移动终端来收看。内容不一定非文本格式不可，可以是地图、图画或其它的视像内容。SMS 最长 160（英文）字的长度足够传送简短的消息，和数字化内容（数的），如股价、赛事比分或者天气；但是，如果内容是描述性的（质的），如占星或新闻报导，收到信息的人可能会期望看到更多的本质内容，而不仅仅是标题。GPRS 将可能使移动用户通过具有 GPRS 功能的装置，得到有关的信息服务。有趣的是，聊天功能应该算是有质的内容，但它仍然会通过 SMS 传输，以此使用户不得不用简洁的语言，并减少假的或无关的信件到处乱投。

静止图象：

静止图象，如相片、图片、明信片、静态网页等，可以在无线移动网上收发，一如通过固话系统。有可能在将来可通过一个与 GPRS 广播装置连线的数码相机，将图象直接在因特网上发表，和接近实时的桌面 PUBLISHING。

动态图象：

移动通信内容的本质和形式都将会朝更少文字、更多图象的方向发展，从文本消息到图标，图片到相片，简要介绍到视频消息，甚至可以从相关装置上载下载电影预览。在移动系统中发送动态图象可以应用在几个垂直市场，包括监视停车场所或建筑地盘的入侵者或偷窃者，从救护车上将急症病人的资料传回医院，还可以不拘地点召开视像会议。

网页浏览：

用 CSD (CIRCUIT SWITCHED DATA) 进行网页浏览对移动用户来说不会很享受，因为 CSD 速度很慢，从互联网到浏览器的传输时间很长；但如果用户选择只接收页面中的文字信息，从小屏幕上又不能看到页面的大致结构。有鉴于此，GPRS 更适合网页浏览。

文件分享/集体作业：

文件分享和遥距集体作业使不同的人群可以同时处理同一个文件。多媒体应用加上语音、文字、图片和图象应用可以使之更加突出。这类应用在某些即时问题处理上很有用处，如火警、械斗或计划作战、医疗、选定广告方案、建筑、新闻等。更甚者，对某个旅游地点的评论并与人分享，可以省却亲自前往旅游公司询问之苦；又或者通过视觉的资料，使得集体判断或决策变得有效率。GPRS 提供足够的频宽，可使多媒体应用，如文件分享，得以在移动系统中实现。

话音：

尽管移动系统的话音质量在不断提高，但仍达不到广播质量。用移动电话录音远未能提供足够高的话音质量，使录音可直接用于播放（如新闻）、复制或分析（如窃听）。语音信息，哪怕很短，也会是很大的文件，需要 GPRS 或其它高速率的移动数据服务。

局域网内电子邮件：

有相当的雇员在某个时刻不在办公室，需要使雇员随时与公司保持联系，电子邮件的沟通应该不局限于桌上电脑。GPRS 装置预计在企业的应用会高于普通的移动电话用户群。可能的情况是，将来通过 GPRS 发送的邮件会多过通过互联网的，后者更适用于一般用户。

互联网电子邮件：

当新邮件到达时，大多数互联网电子邮件用户不会从移动电话上得到通知。如果他们在办公室以外，要想及时知道新邮件，就不得不定时地查询自己的邮箱。将互联网的电子邮件连接在 SMS 或 GPRS 这类报警机制上，用户就可以随时得知是否有新的邮件。

文件传送：

无论被传输文件的类型和来源如何，这类应用需要足够的带宽，高速率的移动数据服务如 GPRS、EDGE 或 UMTS 可在移动系统做得更好。

家居自动化：

家居自动化应用使你可从任何地方监视家居。你的 GPRS 装置就如现在常用的遥控器一样，可以操作电视、音响等设备。IP 将会无处不在，无论是移动电话，或是任何电器，因而全部都可以进行编码和操作。一个关键的促成因素是蓝牙技术，它将分离的设备连接成网络。

纵向应用

对于纵向应用，GPRS 可提供以下几类应用：

运输业：车辆及智能调度；

金融、证券和商业：无线 POS、无线 ATM、自动售货机、流动银行等；

PTM 业务可更完美支持股市动态、天气预报、交通信息的实时发布；

公共安全业：随时随地接入远程数据库；

遥测、遥感、遥控：如气象、水文系统收集数据，对灾害进行遥测和告警，远程操作；

提供 VPN 业务，使企业员工能够随时随地与总部保持联系，降低公司建设自己的广域网的成本；

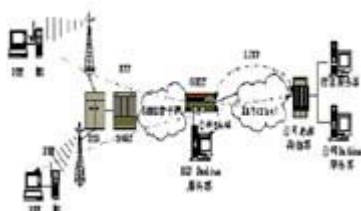
另外，还能提供种类繁多、功能强大的以 GPRS 承载业务为基础的网络应用业务和基于 WAP 的各种应用。

对 GPRS 应用举两个例子进行分析。如下图所示为 GPRS 手机与 GPS 联合提供车辆的实时调度、监控和管理，GPS 探测到的车辆当前位置信息，由 GPRS 手机通过 GPRS 网络实时地传输到车辆调度中心，车辆调度中心的指示、命令也可以通知 PTP 或 PTM 方式发送给一个或多个驾驶员，完全可以取代现有的无线集群指挥调度系统，具有成本低廉、覆盖范围广、无需专人维护的优点。



GPRS 应用举例-车辆定位及智能调度

下面的图所示为采用远程拨号方式接入 VPN 虚拟网，使用第二层隧道协议 L2TP。移动用户接入提供 VPN 功能的 GGSN，GGSN 首先通过自己的 Radius 服务器对输入的公司名进行认证，然后启动到公司总部路由器的 L2TP 隧道协商，由总部和 GGSN 的 Radius 服务器对 TID 进行认证，通过后就建立起 GGSN 和公司总部路由器之间隧道连接。此时用户的 PPP 包可以直达公司总部路由器，由公司总部路由器通过公司的 Radius 服务器完成对用户级的认证，通过后，就建立起 GPRS 手机到达公司总部路由器的 PPP 链路，从而真正实现移动办公业务。



GPRS 应用举例-移动 VPN 业务

我国 GPRS 大事记

2000 年 3 月份，北京移动通信公司运用摩托罗拉的 GPRS 设备在实验室成功地实现了 GPRS 呼叫。

2000 年 5 月 19 日，爱立信宣布与数码通合作建成了亚洲第一个 GPRS 商用试验网，首次实现把 GPRS 网络实时操作技术引入到数码通在香港的网络中。在数码通的部分网络内，已经实现了基于 GPRS 的各种服务，比如电子邮件，网上冲浪和文件传输。

2000 年 8 月底，福建移动采用诺基亚的核心产品在福州开通了 GPRS 商用试验系统。2000 年 9 月 22 日爱立信公司、中国联通无锡分公司、无锡证券有限责任公司联合推出了基于 WAP 的移动股票交易业务。

2000 年 9 月 26 日，爱立信和广东移动成功开通覆盖广州和深圳的 GPRS 商用网，这是目前中国覆盖范围最广的 GPRS 商用试验网。

我国 GPRS 发展现状

去年 12 月 21 日，中国移动通信集团公司在京宣布：正式启动 GPRS 网络的建设。到今年二季度，中国移动 GPRS 一期工程将完成并开通。届时，我国东部发达地区和数据业务较大的沿海开放城市及中部地区的省会城市---全国 16 个省 25 个城市的中国移动手机用户将可以享受以宽带和快速为标志的 GPRS 网络服务。

虽然我国 GPRS 网络即将建成，但是仍有不少人对它不了解，现就与广大移动用户密切相关的几个 GPRS 问题作一解答。

问：请简单介绍一下什么是 GPRS。该网络建成后 GSM 网络会不会被淘汰？

答：GPRS(General Packet Radio Service)是通用分组无线业务的简称，它是一种基于分组交换传输数据的高效率方式。通俗地讲，就是更快、更方便、更便宜的移动上网解决方案。不少人认为，GPRS 网络的建成后 GSM 网络将会被淘汰。这是错误的理解。其实，GPRS 只是一项移动通信技术，我们是将它应用于今天的 GSM 网络。GPRS 是 GSM 向 3G 系统演进的重要一环，它既考虑了向第三代系统的过渡，

同时又兼顾了现有的第二代系统。GPRS 的引入将大大延长 GSM 系统的生存周期。它只是对 GSM 网络的一个升级而已。

问：请谈一谈 GPRS 的应用现状。

答：目前全世界已有近百个运营商开通了 GPRS 商用系统、试商用系统或实验系统。较为著名的有英国的 BTCellNET、德国的 T-Mobile、香港的 Smartone、台湾 TSL 以及法国、西班牙、葡萄牙、芬兰、捷克、丹麦、比利时、意大利、俄罗斯、澳大利亚、新加坡、菲律宾等很多国家和地区的运营商。可以说，GPRS 已经被所有 GPRS 运营商所关注，亟待投入商业运行。

问：开通 GPRS 网络以后，用户是不是需要更换一部 GPRS 手机？配合 GSM 手机所使用的 SIM 卡是否也要更换？

答：为了使用 GPRS 业务，用户需要更换 GPRS 手机。因为 GPRS 是一种全新的技术，从手机上讲，硬件与 GSM 手机有很多的不同，软件功能更强大，所以必须更换手机。需要说明的是：GPRS 手机也可以做 GSM 手机使用。

目前已推出的 GPRS 手机有爱立信的 GPRSR520 和摩托罗拉的 L2000g。诺基亚与西门子也将于近期推出 GPRS 手机。国内厂商也不甘落后，中兴、康佳、东信、厦新、波导等绝大多数国产手机定点企业皆宣布已开始研制 GPRS 手机。目前 GSM 手机所使用的 SIM 卡在 GPRS 手机中同样可以使用，不需要更换。

问：那么，GPRS 上网与目前手机拨号上网有何异同？费用如何收取？

答：目前的 WAP 手机上网是拨号接入方式，即电路交换技术，与家用计算机用调制解调器拨号上网的方式类似。

与其相比，GPRS 手机具有十分突出的优点。它上网连接时间很快，一般只要 3 到 6 秒。还能够提供比现有 GSM 网 9.6kbit/s 更高的数据率，最高可达 170kbit/s，比家用电脑所使用的调制解调器上网速率 56.6kbps 快两倍。巨大的吞吐量改变了单一面向文本的无线应用，使得包括图片、语音和视频的多媒体业务将成为现实。由于传送速度高，GPRS 手机用户未来可随时收发电子邮件，发送彩色数码相片及大容量档案，即使玩网上游戏亦绰绰有余。

除了具有速度上的优势外，GPRS 还有“永远在线”的特点，即用户随时与网络保持联系。举个例子，用户访问互联网时，点击一个超级链接，手机就在无线信道上发送和接收数据，主页下载到本机后，没有数据传送，手机就进入一种“准休眠状态”，手机释放所用的无线频道给其他用户使用，这时网络与用户之间还保持一种逻辑上的链接，当用户再次点击，手机立即向网络请求无线频道用来传送数据，而不像普通拨号上网那样断线后还得重新拨号才能上网冲浪。GPRS 手机的计费是根据用户传输的数据量而不是上网时间来计算，即只要你不浏览、下载、传输数据，哪怕你一直“在线”，也不要另外付钱，因而它的费用比按时计费的 GSM-WAP 手机更加划算。

另外，由于 GSM-WAP 手机上网浏览网页，只能看专为 WAP 设计的网站，而现在这类网站还十分稀少，而 GPRS 手机则可以通过连接 PC 机浏览普通的 Internet 网页，比我们用普通电脑上网更方便、更快捷，而且还是无线移动的，单就这一点就无比诱人。

所以，从所提供的服务范围上来看，GPRS 技术使 WAP 有了更大的发挥空间。目前各大通信厂家都在研制和开发 GPRS 手机。我们有理由相信，不久消费者体验移动通信新领域的要求将很快得以实现。

问：GPRS 网络开通后，对于 GSM 用户的服务会不会相应削弱？

答：不会。对于北京移动来讲，将尽全力为所有用户提供优质的服务，尤其是针对于 GSM 的话音服务。GPRS 网络开通后不会影响 GSM 用户手机的通话质量。

GPRS 作为 GSM 向 3G 演进的重要途径，已得到全世界的重视。在 3G 第一阶段，GPRS 作为其中的一部分将在移动互联网的发展中起到非常重要的作用，目前看来也是我国的移动通信业向 3G 过渡的重要一步。

爱立信（Ericsson）篇

在今后的 12 个月中，人们将看到 GPRS（通用分组无线业务）技术在全球的 GSM 网中广泛部署。对国际互联网访问和服务增长的需求与移动通信的爆炸性增长的需求加速了移动互联网的发展。用户需要在远离办公室和住宅时能够对国际互联

网进行访问。GPRS 可以高于固定线路实现的数据速度为用户提供这种移动国际互联网访问功能。

经济高效的解决方案

GPRS 的推出将解决移动数据有关成本、比特率和用户友好性这些历史性问题。对运营商而言，GPRS 是一种极其经济高效的分组数据技术。按每数据比特的发送和接收来收费的能力将确保客户只支付使用费用，这样费用就会大大降低。GPRS 将提供十倍的数据吞吐率增长，从 9.6Kbit/s 增长到 115Kbit/s。利用分组数据服务，用户将始终处于连接和在线状态，访问服务变得简单快速。

分组服务的早期采用者将是那些奔波在外的专业人士，他们外出时需要以高速率发送电子邮件并对公司的局域网/企业内联网进行访问。然而，GPRS 服务的成本很可能随着市场的扩大而迅速下降。一两年内，无线访问将与固定线路在成本和比特率方面展开激烈的竞争。普通的消费者将能够使用 GPRS 实现对国际互联网的无线访问。

新型市场

GPRS 为运营商提供了开辟全新市场以及从前无能为力的市场的能力。正是 GPRS 使机-机通信和人-机通信成为可能。例如，自动售货机可通知中央控制设备需要补充货物或修理。

通过部署 GPRS，运营商可以开辟新型市场和收入来源。分组交换使它们能有效地使用现有的网络容量。GPRS 将支持开展创新服务来吸引新的客户，提高客户忠诚度并降低处理成本。GPRS 一个较大的优势就在于此，因为它使用的是现有的 GSM 网，可以一举在全国范围的基础上推出。对运营商而言，GPRS 开启了无线数据市场的大门，是迈向第三代移动数据通信的基石。

背景

语音通信是第二代移动系统的主要服务，最近几年，移动通信设备则在大大增强对数据通信的支持能力，一些标准的移动通信设备当前可以提供速率达 9.6kbps 的数据服务。但是这样低的数据通信速率显然无法满足移动设备多媒体数据通信的

需求，因此，厂商们纷纷在开发新的、速率更快的移动数据通信技术，其中最典型的的就是 GPRS（通用分组无线服务）、HSCSD（高速率电路交换数据）和 EDGE。这三种技术都能够不同程度地解决更高数据速率的需求问题。HSCSD 引进了多时隙的概念，HSCSD 和 GPRS 技术都是一种面向非连接的技术，用户只有真正在收发数据时才需要保持对网络的连接，因此大大提高了无线资源的利用率。除此之外，许多新的核心网络组件产品将使未来的移动通信产品可以直接访问 Internet/Intranet。

HSCSD 和 GPRS 通过多时隙操作实现了较高的比特速率。但是因为这些技术是基于高斯最小移频键控（GMSK）调制技术的，因此每个时隙能够得到的速率提高是有限的。为此，许多效率更高的调制方案纷纷出台，例如在 TDMA/136+中，多时隙操作和新的调制方案 8PSK（基于 30kHz 的载波带宽）的结合将使数据率提高大约 4 倍。

第三代无线通信 IMT-2000 的优势主要在于能够使用宽带服务，大大改进目前在 GSM 和 TDMA/136 上提供的标准化服务。第三代移动通信系统将提供 384kbps 的广域数据通信服务和大约 2Mbps 的局域数据通信服务。新的用于码分多址访问（W-CDMA）的 2GHz 频段已经得到了 ETSI、无线电工业与广播协会(ARIB)的支持。W-CDMA 将包括 IMT-2000 设备所需要的所有功能。然而，向更高的数据率发展并不仅限于新的 2GHz 频段，EDGE 技术也能够让使用 800、900、1800、1900MHz 频段的网络提供第三代移动通信网络的部分功能。

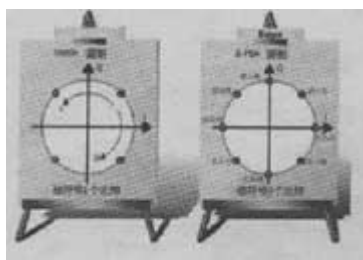
在此基础上，Ericsson 公司于 1997 年第一次向 ETSI 提出了 EDGE 的概念。同年，ETSI 批准了 EDGE 的可行性研究，这对以后 EDGE 的发展铺平了道路。尽管 EDGE 仍然使用了 GSM 载波带宽和时隙结构，但它也能够用于其他的蜂窝通信系统。EDGE 可以被视为一个提供高比特率、并且因此促进蜂窝移动系统向第三代功能演进的、有效的通用无线接口技术。在此基础上，统一无线通信论坛（UWCC）评估了用于 TDMA/136 的 EDGE 技术，并且于 1998 年 1 月批准了该技术。

在现有的 GSM 网络中引进 EDGE 技术必然会对现有的网络结构和移动通信设备带来影响。要使 EDGE 易于被网络运营商接受和推广，EDGE 必须将对现有的网络结构的影响降到最低，并且 EDGE 系统应该允许运营商再次利用现有的基站设备。此外，使用 EDGE，运营商应该不需要修改它们的无线网络规划，而且 EDGE 的引入也不能影响移动通信的质量。

EDGE 主要影响网络的无线访问部分收发基站 (BTS)、GSM 中的基站控制器 (BSC) 以及 TDMA 中的基站 (BS)，但是对基于电路交换和分组交换访问的应用和接口并没有不良影响。通过移动交换中心 (MSC) 和服务 GPRS 支持节点 (SGSN) 可以保留使用现有的网络接口。事实上，EDGE 改进了一些现有的 GSM 应用的性能和效率，为将来的宽带服务提供了可能。

接口概览

EDGE 无线接口的主要作用是使当前的蜂窝通信系统可以获得更高的数据通信速率。现有的 GSM 网络主要采用 GMSK 调制技术，为了增加无线接口的总速率，在 EDGE 中引入了一个能够提供高数据率的调制方案，即八进制移相键控 (8PSK) 调制。由于 8PSK 将 GMSK 的信号空间从 2 扩展到 8，因此每个符号可以包括的信息是原来的 4 倍。8PSK 的符号率保持在 271kbps，每个时隙可以得到 69.2kbps 的总速率，并且仍然能够完成 GSM 频谱屏蔽 (见图)。



GMSK 和 8PSK 的符号坐标

EDGE 规范的基本指导思想是尽可能多地利用现有的 GSM 数据服务类型，大大提高其数据通信速率。它定义了几个信道编码方案来确保各种信道环境的鲁棒性，使用了链路自适应技术以实现编码和调制方案之间的动态转换。通过再次利用 GPRS 结构，分组数据服务可以实现每时隙高达 11.2-69.2kbps 的无线通信速率。

EDGE 通过使用一个高速每时隙 28.8kbps 的无线接口速率来支持电路交换服务。

在 EDGE 方案中，支持所有服务的多时隙通信得到的速率是单时隙通信的 8 倍，用于分组数据服务的峰值无线通信速率可高达 554kbps。

对无线接口设备的影响

EDGE 对 GSM 网络原有无无线接口的修改将直接影响基站和移动终端的设计，人们必须采用新的终端和基站收发机才能收发使用 EDGE 调制的信息。

对线性调制的影响

新的调制方案对功率放大器的线性提出了新的要求。与 GMSK 不同的是,8PSK 并不具有一个固定的封装。事实上,EDGE 面临的最大的挑战是创建一个成本经济的发射机,同时完成 GSM 的频谱屏蔽。

为了最大限度地利用现有的 GSM 网络,EDGE 收发机必须装在一个为标准收发机设计的基站舱中,并且 EDGE 收发机必须在发射频谱和热分散方面可以被人们所接受。一般地,高性能的 EDGE 收发机在发射 8PSK 时可能需要减少它的平均发射功率,与 GMSK 相比,平均功率降低 (SPD) 在 2-5dB 之间。

如何设计低功率的收发机即微基站、室内或微微基站(picobase)和移动终端会带来进一步的挑战,比如在 EDGE 系统中就不能再使用针对非线性调制优化的发射机结构。

在连接移动终端的地方可以采取两种调制方式。第一种是将 GMSK 传输用于上行链路,将 8PSK 用于下行链路。这样上行链路的速率将限制在 GPRS 的范围内,而 EDGE 的高速率将提供给下行链路使用。因为绝大多数服务对下行链路的速率要求都要比上行链路高,这种方案可以用一种最经济的方式满足移动终端的服务需求。第二种方式就是在上行链路和下行链路中都采取 8PSK 方式进行传输。

现有的 GSM 标准定义了多种移动终端,例如从具有低复杂性的单时隙设备到具有高比特特性的 8 时隙设备等。

对总速率的影响

接口总速率越高,技术就越复杂,EDGE 接口的高速率无法通过最理想的均衡器结构来处理,而只能考虑次理想的均衡器设计。根据模拟测试的结果,用于 8PSK 的最好的均衡器设计将只比标准的 GSM 均衡器稍微复杂一点。

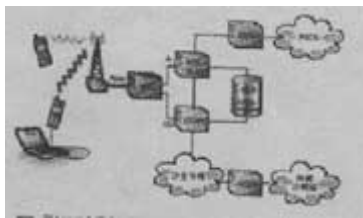
增强的比特率(与标准的 GPRS 相比)还减少了在时间分布和移动终端速率方面的鲁棒性。然而在绝大多数情况下,EDGE 服务将被相对静止的用户使用,这意味着移动终端的高速移动和过度的时间分布是不可能的。另外,当移动速度和时间分布超出 EDGE 的能力时,还是需要使用 GMSK 调制的。

对现有 GSM 的冲击

EDGE 对网络结构的影响

无线数据通信速度的提高对现有 GSM 网络结构提出了新的要求。然而，EDGE 系统对现有 GSM 核心网络的影响非常有限，并且由于 GPRS 节点、SGSN 和网关 GPRS 支持节点（GGSN）或多或少地独立于用户数据通信速率，因此 EDGE 将不需要部署新的硬件。

一个明显的通信瓶颈是 A-bis 接口，它当前只能支持每信道时隙 16kbps 的速率。



而对于 EDGE，每个信道的速率将超过 64kbps，这要求为每个通信信道分配多个 A-bis 时隙。不过，A-bis 接口 16kbps 的限制可以通过引入两个 GPRS 编码方案（CS3 和 CS4）来突破，它能够提供每通信信道 22.8kbps 的速率。

EDGE 对现有 GSM 网络结构的影
响

对于基于 GPRS 的分组数据服务，其他的节点和接口已经能够处理每时隙更高的比特率。对于电路交换服务而言，A-bis 接口可以处理每个用户 64kbps 的速率，因此在 MSC 中的修改将只会影响软件部分，而不会涉及到原有的硬件设备。

无线网络规划

一个决定 EDGE 能否取得成功的重要条件是应该能够允许网络运营商逐步引入 EDGE。具有 EDGE 功能的收发机最早应该部署在最需要 EDGE 覆盖的地方，以补充现有的标准 GSM 收发机，因此在一个相同的频段，电路交换、GPRS 和 EDGE 用户服务将同时存在。为了将运营商的投资和成本降到最低，与 EDGE 相关的实现不应该要求对现有无线网络规划做广泛修改，包括信元规划、频率规划、功率级和其他信元参数的设置等。

覆盖范围规划

非透明无线链路协议（如包括自动重复请求 ARQ 的协议）的一个重要特点是较差的无线链路质量会导致更低的比特率。与语音通信不同的是，低载波-噪声比并不会导致数据会话的丢失，而只会临时地减少用户通信速度。在 GSM 信元中不同的

用户间存在的载波干扰，一个 EDGE 信元将同时包括具有不同通信速率的用户，在接近信元中心的地方通信速率高，在接近信元边界的地方通信速率限制在标准 GPRS 的范围内。

根据提供给国际标准化组织的测试结果，一个具有 95%语音通信业务的 EDGE 系统将有 30%的用户获得超过 45Kbps 的每时隙通信速率，而全部用户的平均速率为 34Kbps。假设 APD 是 2dB，那么平均通信速率将减少到 30Kbps。

在覆盖范围的问题上，如果网络运营商能够接受在信元边界只具有标准 GPRS 数据通信速率，那么现有的 GSM 站点已经提供了 EDGE 足够使用的覆盖范围。对于一般需要持续比特率的透明数据服务来说，则必须使用链路自适应技术来分配满足比特率和错误比特率（BER）需求时的时隙数量。

频率规划

在绝大多数成熟的 GSM 网络中，频率的平均再使用次数在 9-12 之间，未来的移动通信系统将向着更低的频率再使用方向发展。事实上，随着跳频技术的引进，多重再使用方式(MRP)和非连续传输（DTX）将频率的再使用次数降到 3 是可行的，这就是说每 3 个基站就会发生频率被重新使用的情况。

EDGE 支持频率再使用的这种发展趋势。事实上，由于采用了链路自适应技术，EDGE 可以被引入到任何频率计划，包括 EDGE 可以被引入到现有的 GSM 频率规划中，为未来更高速率的数据通信打下良好的基础。

信道管理

引入 EDGE 以后，一个信元将包括两类收发机：标准 GSM 收发机和 EDGE 收发机。信元中的每个物理信道（时隙）一般至少具有四种信道类型：

- 1、GSM 语音和 GSM 电路交换数据（CSD）；
- 2、GPRS 分组数据；
- 3、电路交换数据、增强电路交换数据（ECSD）和 GSM 语音；

4、EDGE 分组数据（EGPRS），它允许同时为 GPRS 和 EDGE 用户提供服务。

虽然标准的 GSM 收发机只支持上述信道类型 1 和 2，但 EDGE 收发机支持上述所有 4 种类型。EDGE 系统中的物理信道将根据终端能力和信元需求动态定义。例如，如果几个语音用户都是活动的，那么 1 类信道的数量就会增加，同时减少 GPRS 和 EDGE 信道。显然，在 EDGE 系统中必须能够实现上述 4 种信道的自动管理，否则将大大削弱 EDGE 系统的效率。

链路自适应

所谓链路自适应就是能够自动选择调制和编码方案来适应无线链路质量的需求。EDGE 标准支持的链路自适应动态选择算法包括对下行链路质量的测量和报告、为上行链路选择新的调制和编码方法等。链路自适应意味着实现调制和编码的完全自动化。通过增量冗余（混合 II/IIIARQ）改进 ARQ 性能的可能性也正在研究中，这样的方案可以减少在选择调制时对使用链路自适应技术的需求。

功率控制

当前的 GSM 系统使用动态功率控制来增加系统中的均等性，扩大移动终端电池的寿命。类似的策略将被用于 GPRS，尽管它们的实际信令过程是不同的，但 EDGE 对功率控制的支持被专家们认为是和 GSM/GPRS 很类似的。因此，网络运营商在部署 EDGE 时只需要修改现有 GSM/GPRS 网络的参数设置即可。

需要补充的是，因 EDGE 用户可以从比标准 GSM 用户高得多的载波-干扰比中得到益处，因此 EDGE 的功率控制参数设置与 GSM/GPRS 将是不同的。

第三代移动通信系统

第三代移动通信系统最早是由国际电联于 1985 年提出的，当时称为未来公众陆地移动通信系统（FPLMTS），后改为 IMT-2000，意指在 2000 年左右开始商用并工作在 2000MHz 频段上的国际移动通信系统。1997 年 4 月，国际电联向各成员国的主管部门发出通知，征求 IMT-2000 无线接口候选传输技术，并将在此基础上制定国际标准。

IMT-2000 的目标有以下 4 个方面：

(1) 全球漫游，以低成本的多种模式的手机来实现。用户不再限制于一个地区和一个网络，而能在整个系统和全球漫游；这意味着真正的实现随时随地的个人通信。

(2) 适应多种环境，采用多层小区结构，即微微蜂窝、微蜂窝、宏蜂窝，将地面移动通信系统和卫星移动通信系统结合在一起；不管身处何方，依然近在咫尺。

(3) 能提供高质量的多媒体业务：包括高质量的话音、可变速率的数据、高分辨率的图象等多种业务；到时候可视电话和综合业务将满足人们的所有要求。

(4) 足够的系统容量、强大的多种用户管理能力、高保密性能和服务质量。质量和保密功能对这一代移动通信技术提出更高的要求。

为实现上述目标，对无线传输技术提出了以下要求：

(1) 高速传输以支持多媒体业务，室内环境至少 2Mb/s；室外步行环境至少 384Kb/s；室外车辆环境至少 144Kb/s；

(2) 传输速率按需分配；

(3) 上下行链路能适应不对称业务的需求；

(4) 简单的小区结构和易于管理的信道结构；

(5) 灵活的频率和无线资源的管理、系统配置和服务设施；

IMT-2000 的频带划分

1992 年世界无线电行政大会 (WARC) 根据 ITU-R 对于 IMT-2000 的业务量和所需频谱的估计，划分了 230MHz 带宽给 IMT-2000。1885-2025MHz 及 2110-2200MHz 频带为全球基础上可用于 IMT-2000 的业务；1980-2010MHz 和

2170-2200MHz 为卫星移动业务频段共 60MHz, 其余 170MHz 为陆地移动业务频段, 其中对称频段是 2X60MHz, 不对称的频段是 50MHz。

业务目标和主要业务

IMT-2000 将通过一条或多条无线链路提供接入固定通信网 (PSTN 或 ISDN) 所支持的各种业务, 并为移动用户提供专门的业务。IMT-2000 可能作为一个独立的网络, 通过网关及适配单元与 PSTN/ISDN 等网络互连, 也可能与固定网综合在一起。因此 PSTN/ISDN 中提供的业务在 IMT-2000 中应尽可能地提供。目前可支持用户数据速率达 2Mbps。

IMT-2000 的主要业务目标包括:

(1) 通过无线链路提供到移动和固定用户的服务; (2) 提供多媒体服务 (包括电路模式和分组模式操作); (3) 支持全球漫游; (4) 支持虚拟归属环境概念; (5) 覆盖宽范围的用户群体 (包括公众、私人、商务、住宅和环路等); (6) 支持宽范围的无线技术和覆盖方式 (蜂窝、卫星、无绳等); (7) 适应宽范围的用户设备 (如个人分组终端、车载终端、特殊移动终端、以及标准 PSTN/ISDN 终端设备到移动台的互连等)。

国际电信联盟建议 IMT-2000 所支持的主要业务, 从用户的观点, 划分为交互性业务、分配性业务和移动性业务等三大类。

(1) 交互性业务

交互性业务分为会话业务、消息业务和检索与存储业务等 3 种。

会话业务: 将为用户到用户或用户与主机间 (如数据处理) 实时的端到端各类信息 (话音、音频、文字、图像、视频、信令) 传送提供双向对话通信的手段。如会议电话、短消息会话。

消息业务: 将通过存储单元的存储转发、信箱和/或信息处理 (信息编辑、处理和交换) 等功能在各个用户之间提供用户到用户的通信。如语音信箱、传真信箱、电子邮件和视频邮件。

检索与存储业务：能在信息中心检索和/或存储文字、数据、图像等各类信息，共享声频库和视频库。

(2) 分配性业务

分配性业务是从一个中心源向网上数量不限的授权接收机分配一种连续的信息流。它包括广播业务，用户可能或不能控制信息的呈现，信息可以给所有接收机或寻址一部或多部特定接收机。

(3) 移动性业务

移动性业务是直接为用户移动性相关的业务，包括终端移动性和个人移动性。如漫游业务。一种特殊的移动性业务是定位业务。

简介无线传输技术

1998 年 6 月各国标准化组织向国际电联提交了各自的无线传输技术候选方案。共有 16 种候选技术，包括 10 种地面技术和 6 种卫星技术。10 个地面技术中有 8 种 FDD 和 5 种 TDD 技术。如下表所示。

序号	技术名称	制式	频段	带宽	速率	国家
1	W-CDMA	FDD	2100 MHz	5 MHz	3.1 Mbps	欧洲
2	IS-97B	FDD	800 MHz	1.25 MHz	1.9 Mbps	美国
3	IS-856	TDD	1900 MHz	1.25 MHz	2.4 Mbps	美国
4	IS-2000	FDD	2100 MHz	5 MHz	3.1 Mbps	欧洲
5	IS-2000	FDD	2100 MHz	5 MHz	3.1 Mbps	欧洲
6	TD-SCDMA	TDD	1900 MHz	1.25 MHz	2.4 Mbps	中国
7	IS-2000	FDD	2100 MHz	5 MHz	3.1 Mbps	欧洲
8	IS-2000	FDD	2100 MHz	5 MHz	3.1 Mbps	欧洲
9	IS-2000	FDD	2100 MHz	5 MHz	3.1 Mbps	欧洲
10	IS-2000	FDD	2100 MHz	5 MHz	3.1 Mbps	欧洲

上述方案中以宽带 CDMA 作为主要的候选多址技术。在 CDMA 技术中可分为三类：W-CDMA 技术（有 5 个类似的技术，表中序号 1-5），cdma2000 技术（有 2 个类似的技术，表中序号 7-8），TD-SCDMA 技术（表中序号 6）。

几种第三代移动通信无线传输技

术的介绍

所有提供给国际电联的候选无线传输技术的评估在国际电联 TG8/1 工作组之外，由国际电联成员、区域性标准化组织或其他独立评估组完成。这些评估组向国际电联提交评估报告，由国际电联选定最适当的无线传输技术，并进一步制定无线接口技术规范。

各评估组完成无线传输技术的评估后，国际电联 TG8/1 工作组召开多次会议，试图在第三代移动通信无线接口的陆地部分寻求一个融合的、折中的统一标准。但

由于各国和各区域性标准化组织的经济利益和政治因素的影响，很难形成一个全球统一的标准。在融合的过程中，成立了两个标准化协调组织，即 3GPP 和 3GPP2，分别对 WCDMA 和 cdma2000 进行融合。并经过国际电联 TG8/1 多次会议协调，达成了 ITU IMT-2000 CDMA 技术融合协议，IMT-2000 的无线接口技术分类如上表所示。

CDMA	FDD DS	W-CDMA (UTRA FDD)	3GPP
	FDD MC	cdma2000	3GPP2
	TDD	TD-CDMA (UTRA TDD)	3GPP
		TD-SCDMA	3GPP2
TDMA	IS-95, IS-634, IS-641		TIA, ETSI

FDD 模式中 DS 和 MC 两种方式的融合协议结构（如图）。ITU-R 关于第三代移动通信的无线接口技术的标准建议采用 10%、20%和 70%的做法即：10%的内容为对所有无线接口的综合描述；20%的内容为对每个接口最基本的描述；70%的内容直接引用 3GPP、3GPP2 和其他标准组织的建议。

的融合协议结构

走近 cdma2000

在诸多的其中比较有代表性的是 cdma2000、W - CDMA，以及我国提出 TD-SCDMA 其中 cdma2000 全名 Code Division Multiple Access2000 如同 WCDMA 由 GSM 衍生而来的道理，cdma2000 还是从 cdmaOne（就是原来的一种窄带 CDMA 系统）蜕变进化出来，支援 3G 的一种制式。目的是确保投资发展 CDMA 的网络商，能够简单及有效率地由 cdmaOne 过渡到 3G 进程。共分为两个阶段进化的 cdma2000，第一阶段将提供每秒 144Kbps 的数据传送率，而当数据速度加快到每秒 2Mbps 传送时，便是第二期。到时，好像 WCDMA 一样，支持移动多媒体服务，是 CDMA 发展 3G 的最终目标。

美国 TIA TR45.5 向 ITU 提出的 RTT 方案称为 cdma2000，其核心是由 Lucent、Motorola、Nortel 和 Qualcomm 联合提出的 Wideband cdmaOne 技术。cdma2000 的一个主要特点是与现有的 TIA/EIA-95-B 标准向后兼容，并可与 IS-95B 系统的频段共享或重叠，这样就使 cdma2000 系统可从 IS-95B 系统的基础上平滑地过渡、发展，保护已有的投资。另外，cdma2000 也能有效地支持现存的 IS-634A 标准。cdma2000 的核心网是基于 ANSI-41，同时通过网络扩展方式提供在基于 GSM-MAP 的核心网上运行的能力。

cdma-2000 采用 MC-CDMA（多载波 CDMA）多址方式，可支持语音、分组数据等

业务，并且可实现 QoS 的协商。cdma-2000 包括 1X 和 3X 两部分，也可扩展到 6X、9X、12X。对于射频带宽为 $N \times 1.25\text{MHz}$ 的 cdma2000 系统，采用多个载波来利用整个频带，图 1 给出了 $N=3$ 时的情况。支持一个载波的 cdma2000 标准 IS2000 已在 1999 年 6 月通过。

为实现高度模块化的设计，cdma2000 系统采用了三层设计：上层、链路层和物理层。所有高于链路层的业务（类似 OSI 模型网络层、传输层、会议层、表示层和应用层的功能）总称为上层实体。各种上层实体实现由链路层提供的数据传送业务。链路层发送数据传送业务，并利用物理层编码和调制信息与基站通信。

1．上层

cdma2000 的上层所包括的不同业务基本分为三类：

话音业务包括 PSTN 接入、移动台与移动台间的话音和 IP 电话；

用户终端数据承载业务包括分组数据、电路数据和短消息；

信令控制移动台的各种操作。

2．链路层

根据特定的上层业务的需要来支持不同层次的业务质量。实际上它将逻辑数据和信令映射到物理层上。该层可以分为两个子层：链路接入控制（LAC）和媒体接入控制（MAC）。

3．物理层

cdma 2000 的物理层为一组逻辑信道提供编码和调制业务。其中内容比较复杂，在此不做进一步的介绍。

信息社会的到来对通信手段提出了越来越高的要求，WCDMA 是应运而生的全新第三代移动通信系统方案，与前两代系统相比有较多的优点，主要概括为以下几方面：

(1) 比第二代移动通信系统有更好的性能。包括更大的系统容量和更大的覆盖区域，且可以从第二代系统逐步演进。

WCDMA 由于自身的带宽较宽，因而由多径效应引起的信号衰落较小，上下行链路发射时分复用导频信号，从而实现相干解调，能大幅度提高链路容量。WCDMA 中采用快速功率控制技术，使发射机的发射功率总是处于最小的水平，从而减少了多址干扰。另外，在下行链路发送用户专用导频信号而不是公共导频信号，能使下行链路使用自适应天线成为可能，从而减少小区的多用户干扰，这些技术都提高了系统容量，对一般话音服务，系统容量至少提高两倍。

(2) 提供更加灵活的服务。包括：支持更宽范围的服务，最高可支持 2Mbit/s 的高速数据业务；支持一条连线上传输多条并行业务；支持高速率的分组接入。

WCDMA 最重要的一个特点是功率对用户来说是共享资源。在下行链路上，基站中码分复用的用户分享总的功率，上行链路中，基站有一个最大干扰容限，这个功率在小区中产生干扰的移动台之间分配。共享功率使 WCDMA 能灵活地处理多个有不同速率的业务。当数据速率变化时，无须对码字、时隙等重新分配，也即无须重新分配物理信道，只要调整功率分配即可保证业务传输质量不受影响。WCDMA 中使用正交变扩频增益扩频码 (OVSF)，这种码字保证了下行链路不同用户信道或同一用户不同业务信道的正交性，对于不同的数据速率，这种正交性仍然存在。这一措施也保证了 WCDMA 适应多种业务的要求。

WCDMA 方案中采用了对不同 QOS 要求的业务进行不同的信道编码的策略。标准业务仅采用卷积编码，高质量业务在卷积编码的基础上增加 RS 编码或采用 Turbo Code 的编码方法，而对特定业务则在第一层不采用纠错编码而完全由高层来采取差错控制，这样处理的结果使得各种业务变化为同一种数据。

此外，WCDMA 中电路和分组交换业务能以创新方式在同一信道组合，使一个终端能处理多项业务。带宽不同的电路和分组交换业务可自由组合，同时向同一个用户投送。

(3) 采用更加灵活的系统操作。包括：支持基站间的异步操作；支持自适应天线阵技术与多用户检测的技术；支持非平衡频带下采用时分双工的模式，采用单信元频率复用等。

分歧和融合（一）

1999 年新年刚过，国际电联（ITU）关于第三代移动通信系统 IMT-2000 的无线传输技术（RTT）标准的制定工作即将进入最后的实质性阶段。1998 年底前，共有 16 个 RTT 候选方案提交给 ITU 并获得进入下一阶段的资格。从提交的候选方案来看，基于 CDMA 技术的解决方案成为新一代移动通信系统 RTT 的主流。

此次向 ITU 提交的几个基于 CDMA 的陆上移动通信候选建议，根据各自的技术特征主要可以分为两个大的派别：一方以欧洲 ETSI 和日本 ARIB 的 W-CDMA 方案为主体，其中还可包含韩国 TTA 的宽带 CDMA，美国的 T1P1、TR46.1 提交的方案，它们的技术特性非常近似，可以概括为 W-CDMA 一派；另一方以美国 TR45.5 提交的 CDMA2000（也称 Wideband cdma One）为主体，韩国的 TTA 的方案与它很相似。

就这两个建议的技术特点来看，由于它们各自不同的设计出发点，造成了它们不同的技术特色。W-CDMA 技术建议充分考虑了与第二代 GSM 移动通信系统的互操作性和对 GSM 核心网络的兼容性。CDMA2000 的开发策略是对以 IS-95 标准为蓝本的 cdmaOne 系统的平滑升级。这两个标准的主要差异可以归纳为如下几点：

- （1）扩频码片速率与射频信道结构；
- （2）支持不同的核心网络标准；
- （3）基站之间的同步问题。

由于这两个建议分别代表了对第二代移动通信系统两大不同技术体制的兼容，因此，W-CDMA 和 CDMA2000 都有各自的众多支持者。虽然各方经过历时两年多的磋商，仍然不能就达成一个统一的 RTT 技术标准取得一致。

通过以上对 W-CDMA 和 CDMA2000 的主要项目的比较，能够得出一个十分明确的结论：就技术方案中关键性问题的设计方法而言，W-CDMA 和 CDMA2000 的确是相容的。首先，就总的无线信道的空中接口结构而言，这两类方案有很多的共同特点；其次，关于 W-CDMA 和 CDMA2000 建议中对于导频的设计和使用。导频在 CDMA 移动通信系统中占有举足轻重的地位。W-CDMA 和 CDMA2000 都是依靠导频信道来完成相干接收的。在上下行方向，W-CDMA 都采用了直接指派到用户的时分复用的导频，以配合多速率以及分组突发业务的接收。CDMA2000 则仍沿用了 IS-95 标准下的导频设计方法：上行信道上采用码分复用导频，下行信道采用公共连续导频。这里，由于 W-CDMA 和 CDMA2000 在下行信道上的导频设计不同，直接导致 W-CDMA 成为"异步"的 CDMA，即相邻小区之间异步；而 CDMA2000 依靠下行公共导频和 GPS，实现相邻小区间的同步。但由于 W-CDMA 拥有指派到用户的时分导频，在异步环境下的越区切换同样没有问题。

再次，关于多速率业务的支持，W-CDMA 和 CDMA2000 方案都采用可变扩频增益指数多码道并行调制，并且扩频指数都是 4 ~ 256。

最后，关于功率控制方法，两个方案都采用了开环结合快速闭环的控制。综上所述，就 RTT 主要技术项目的设计方法来看，W-CDMA 和 CDMA2000 是相容的。W-CDMA 和 CDMA2000 建议的争论，与其说是技术角度的分歧，还不如说是商业利益上的斗争。

分歧和融合（二）

兼容不同体制，影响集团利益

为了更清楚地探讨 W-CDMA 与 CDMA2000 的争议所在，让我们分析一下移动通信市场的形势。一方面，以 TDMA 为基础的 GSM 系统在全球移动通信市场得到了巨大的发展。据统计，目前全世界移动通信系统有 80% 是基于 TDMA 的，预计 2002 年以前，全世界 GSM 用户将达 3 亿。各国的大型移动通信企业在 GSM 上都进行了大量的投资，而以 CDMA 为基础的 IS-95 以及增强一代的 cdmaOne 却只占到移动通信市场 10% 左右的份额。另一方面，近年来对于 CDMA 技术的研究，使人们越来越感到基于 CDMA 的移动通信系统具有比基于 TDMA 的系统更为优异的性能，因此，在 IMT-2000 标准的候选建议中，基于 CDMA 的建议成为了主流。

设想如果一个基于 CDMA 的建议被接纳为 IMT-2000 的标准，首先，它要兼容 GSM。因为如果一个新的标准不能兼容目前占有 80% 以上市场份额的 GSM，它绝对不会有市场。在欧洲、日本、北美的大部分地区，GSM 系统占有绝对的优势，诸如爱立信等一些世界著名的移动通信公司在 GSM 市场上拥有巨大的利益，而 W-CDMA 正是代表了 GSM 集团的利益。1998 年 12 月爱立信公司（中国）副总裁曾经指出，爱立信基于 W-CDMA 的全套解决方案已经开发完成，它将完全与 GSM 的核心网络相兼容。

但以 IS-95 为代表的第二代 CDMA 移动通信系统及其增强的 cdmaOne 虽然只经过了短短几年的发展，也已拥有了 1 600 万用户并且在近 40 个国家开设了商用或试验系统。cdmaOne 标准化组织 CDG 坚持认为基于 CDMA 的第三代移动通信标准应当是基于对 cdmaOne 的平滑升级。正如本文第一部分所谈到的，CDMA2000 正是采用了这样一种平滑升级的设计思路，它代表了第二代移动通信系统 cdmaOne 投资集团的利益。

在 20 世纪的最后一个年头，全球电信业的发展到了一个关键的转折点。ITU 确信：基于 IMT-2000 标准的全球移动通信的竞争，将成为全球无线通信产业的关键的推动力量；如果在未来的几个月里各方不能就 IMT-2000 的 RTT 标准达成一致，这就意味着全球的移动通信用户必须花费更多的钱购买支持多个标准的通信设备。人们对于“任何时间，在任何地方，同任何人，进行任何形式的通信”的希望将继续成为梦想。

我国的 TD-SCDMA 和 LAS-CDMA

TD-SCDMA 是一种 TDD 模式技术，比起 FDD 来说更适用于上下行不对称的业务环境，是多时隙的 TDMA 与直扩 CDMA、同步 CDMA 技术合成的新技术，同时采用了先进的智能天线技术，充分利用了 TDD 上下行链路在同一频率上工作的优势，这样可大大增加系统容量、降低发射功率、更好地克服无线传播中遇到的多径衰落问题；另外在 TD-SCDMA 中还用到了联合检测、软件无线电、接力切换等技术，这使得系统在性能上有了较大程度的提高，在硬件制造方面则降低了成本。

在系统组网方面，由于 3GPP 在制定第三代标准时已充分考虑了已有的第二代网络的投资，因此 TD-SCDMA 系统将尽量与 3GPP 制定的第三代标准在物理层之上取得一致，以更好地实现第二代网络向第三代网络的演进与过渡。我国提出的

TD-SCDMA 技术,在技术上被公认有明显优势。根据此标准所开发的设备可以达到提供高频谱利用率、灵活和低成本的目标,在市场上将具有强的竞争能力。

另外一种方案是以我国自主知识产权技术为基础的 LAS-CDMA(大区域码分多址连接)技术及其 I 型原理机,日前在信息产业部组织召开的"LAS-CDMA 技术验证评估会"上通过了验证。

CDMA(码分多址连接)技术是目前国际移动通信的主流方向,但现行 CDMA 已突显出它受限于多址干扰、码间干扰和邻小区干扰的严重缺陷,并因此无法适应更大容量、更高数据传输速率的新需求。

专家认为,建立在全新编码技术和扩频理论基础上的 LAS-CDMA 技术,是移动通信 CDMA 技术的一项创新。它以其独特的无干扰窗口,表现了对上述干扰的有效抑制能力,它可实现比现有 CDMA 系统高出 6 倍(比 CDMA2000 高出 3 倍)的频谱效率,从而成为新一代移动通信的亮点,因其所具有的兼容特性,又有利于加强目前已有的种种通信网络技术。

这一由我国科学家李道本教授发明,并为北京太平洋连宇通信技术有限公司所拥有的专利技术,在信息产业部、科技部和中国无线标准研究组的大力支持下,已在今年 3 月 CDMA 第三代合作伙伴计划第二组(3GPP2)国际会议上被定为三个备选国际标准之一。

信息产业部有关人士表示,政府将大力推动 LAS-CDMA 的标准化进程,将其作为制定新一代移动通信标准的重要基础,并大力支持 LAS-CDMA 成为第三代移动通信的国际标准。

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程



该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP)公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习!...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>