

一、直放站概述

1. 直放站的定义

直放站（中继器）属于同频放大设备，是指在无线通信传输过程中起到信号增强的一种无线电发射中转设备。直放站的基本功能就是一个射频信号功率增强器。直放站在下行链路中，由施主天线现有的覆盖区域中拾取信号，通过带通滤波器对带通外的信号进行极好的隔离，将滤波的信号经功放放大后再次发射到待覆盖区域。在上行链接路径中，覆盖区域内的移动台手机的信号以同样的工作方式由上行放大链路处理后发射到相应基站，从而达到基站与手机的信号传递。

直放站是一种中继产品，衡量直放站好坏的指标主要有，智能化程度（如远程监控等）、低 IP3（无委规定小于-36dBm）、低噪声系数(NF)、整机可靠性、良好的技术服务等。

使用直放站作为实现“小容量、大覆盖”目标的必要手段之一，主要是由于使用直放站一是在不增加基站数量的前提下保证网络覆盖，二是其造价远远低于有同样效果的微蜂窝系统。直放站是解决通信网络延伸覆盖能力的一种优选方案。它与基站相比有结构简单、投资较少和安装方便等优点，可广泛用于难于覆盖的盲区和弱区，如商场、宾馆、机场、码头、车站、体育馆、娱乐厅、地铁、隧道、高速公路、海岛等各种场所，提高通信质量，解决掉话等问题。

2. 直放站的种类与类型

(1) 移动通信直放站的种类

- 从传输信号分有 GSM 直放站和 CDMA 直放站；
- 从安装场所来分有室外型机和室内型机；
- 从传输带宽来分有宽带直放站和选频（选信道）直放站；
- 从传输方式来分有直放式直放站、光纤传输直放站和移频传输直放站。

(2) 移动通信直放站的类型

● GSM 移动通信直放站

GSM 移动通信直放站是解决基站覆盖而存在信号盲区的一种方式。通过架设直放站不但能改善覆盖效果，同时能大大减少投资基站之成本。

GSM 直放站是为消除 GSM900MHz/1800MHz 频段移动通信网的小范围信号盲区或弱信号区而设计生产的通信设备。被广泛应用于地下商场、停车场、地铁、隧道、高层建筑的办公室、娱乐场所、电梯或私人住宅等基站信号所无法到达的信号盲区，同时对于消除城市因受高楼大厦影响而产生的室外局部信号阴影区或边远郊区个别村镇的弱信号区也具有相当好的覆盖效果。

● CDMA 移动通信直放站

CDMA 直放站可以扩大 CDMA 基站的覆盖范围，大大节省 CDMA 网络建设的投资（一个 CDMA 直放站的投资约为一个 CDMA 基站的十分之一）。特别是在高层楼宇、地下（如地铁）、以及盲区等特殊环境下，CDMA 直放站将充分发挥它的优势。由于各种地理环境和用户的要求不同，所需的 CDMA 直放站的类型也不同。

CDMA 直放站是为了消除移动通信网覆盖盲区或弱信号，延伸基站信号覆盖的一种中继设备，它能解决消除城市因受高楼大厦影响而产生的室外局部信号阴影区，地下停车场、地下隧道、商场、电梯等基地无法到达信号的盲区，提高了覆盖范围增强了信号覆盖延伸。

● GSM/CDMA 光纤直放站

光纤中继移动通信直放站由靠近基站侧的近端机及覆盖区侧的远端机两部分组成，适用于在基站拟建直放站区有高山阻挡或两者相距甚远，同时基站和覆盖区之间具备光缆情况下建站。

光纤直放站兼备宽带、选带、选带、选频等功能。传输距离可达 20Km，由于空间隔离度好，不产生同频干扰，重发方向可采用全向天线覆盖，以提高覆盖效果。应用波分复用分光、分路技术、光纤直放机还可组成其它使用系统。

3. 移动通信直放站的构成

移动通信直放站的构成因种类而异。

(1) 直放式直放机

下行从基站接收信号，经放大后向用户方向覆盖；上行从用户接收信号，经放大后发送给基站。为了限带，加有带通滤波器。

(2) 选频式直放站

为了选频将上、下行频率下变频为中频，进行选频限带处理后，再上变频恢复上、下行频率。

(3) 光纤传输直放站

将收到的信号，经光电变换变成光信号，传输后又经电光变换恢复电信号再发出。

(4) 移频传输直放站

将收到的频率上变频为微波，传输后再下变频为原先收到的频率，放大后发送出去。

(5) 室内直放站

室内直放站是一种简易型的设备，其要求与室外型机是不一样的。

4. 直放站的应用

(1) 直放站的应用原则

根据直放站系列产品的特点和移动通信网络的需求，不同的地理环境及应用场合，系统的解决方案是不同的，这需要认真分析，区别对待。

对于无线直放站来说，信号的隔离显得尤为重要。无线直放站是从空间接收信号，势必要求空间信号尽可能纯净；而在基站较为密集区域，分离不同基站或扇区信号的难度将大大增加，容易使直放站增加对基站干扰。所以在基站较为密集区域，建议尽量采用有线信号的引入方式，比如光纤直放站。在不具备使用光纤直放站条件的场所，只能采用无线直放站，但其施主天线必须具有足够的方向选择性。

针对各类地区及应用场所，由于基站的密集性、用户话务量等不同，建议采用如下直放站的应用原则：

▶ 城市密集区

由于用户量大，基站数量较多，一般不存在大范围的信号盲区，直放站只是用于解决小范围区域的补盲以及建筑物内的信号覆盖。在光纤到楼尚未普及的情况下，需采用无线直放站。随着建筑物的增多，所需的直放站数量也会随之增加，就会出现一个基站配置多台直放站的情况。

但直放站的引入必然对基站产生干扰，干扰会随着直放站数量的增多而加大，特别是大功率直放站的引入，会使系统干扰明显加剧。因此，在城市密集区应当采用小功率(1W以下)直放站。

▶ 城市边缘

在CDMA网络建设初期，由于基站数量较少，可以采用大功率的无线或光纤直放站。城市边缘地区，主要是解决信号覆盖问题。在已铺设光纤的地区最好采用输出功率为10W的光纤直放站。

无光纤资源时，可利用无线直放站进行延伸覆盖。采用方向性好的施主天线提取较为纯净的源信号，输出功率为5W/10W，等同于基站的输出，达到较好的覆盖效果率。

▶ 郊区、乡村

郊区、乡村主要是解决覆盖问题。在铺设光纤的地区最好采用大功率光纤直放站(10W/20W)扩大覆盖范围。

对于无光纤资源但又能收到基站信号的地区，可采用无线直放站解决覆盖问题。特殊情况下，还可采用移频直放站来增加覆盖距离。

(2) 直放站的应用场

GSM、CDMA和光纤直放站和室内覆盖系统为各种信号盲区可提供不同的详细解决方案，其适应范围如下：

- ▶ 扩大服务范围，消除覆盖盲区，如高山，建筑物，树林等阻挡物而形成的信号盲区；
- ▶ 在郊区增强场强，扩大郊区站的覆盖；
- ▶ 沿高速公路架设，增强覆盖效率；
- ▶ 解决室内覆盖，如大型建筑物内信号衰减信号盲区、地下商城、地铁、隧道等衰减信号盲区；
- ▶ 将空闲基站的信号引到繁忙基站的覆盖区内，实现疏忙；
- ▶ 其它因屏蔽不能使信号直接穿透之区域等。

以下是直放站的几种典型应用

在进行无线蜂窝系统设计时，由于基站的发射功率远大于手机，计算基站的覆盖距离时，往往是计算反向电路的传播损耗。但在直放站的实际安装调测中，为方便起见，我们仍以手机接收到的基站的信号强度加以估算。(在

下面的几个例子中,所涉及的电平值均为手机接收信号功率值。)

● 公路的覆盖

某郊区一基站东侧,有一主要交通干道,我们在基站东侧 14km 处安装一直放站,服务天线高度约 55m。直放站服务天线的输出口接一个 3 比 1 的功率分配器,分别接两个 16dBi 的板状天线,信号小的天线向西辐射(指向基站),信号大的天线向东辐射。未装直放站时,直放站所在地信号在-100dBm 左右,通信时通时断,效果非常不好。直放站开通后,直放站西侧一段约 3—5km 公路信号明显改善;直放站东侧使通信距离又延伸 8—10km。

● 郊区重点村镇居民区的覆盖

某一村镇离基站 5~6km,由于该镇经济条件较好,手机用户较多。无直放站时,地面信号在-90~-95dBm 左右,室外通信正常但无法保证室内通信。安装直放站后,服务天线在 30m 高左右,采用全向天线,地面接收的基站信号电平提高约 20dB,可以解决半径在 500—800m 内的室内覆盖(指一般居民楼)。

● “L”型覆盖

某一风景区位于山谷中,距离基站不到 4km,但由于被山脉阻挡,手机根本无法工作。我们在山脉的尽头安装一直放站,由于直放站接收信号的方向和发射信号的方向成一定的角度,相当于基站的电波在直放站处转了一个弯。依靠山体的阻挡,直放站的施主天线和服务天线分别放在山体的两侧,隔离度很大,直放站的性能可以充分发挥,不但很好地解决了该风景区用户的通信问题,还使该基站的通信距离向山谷里延伸了 6km。

● 临时性会议地点的应急覆盖

某北京郊区某宾馆组织生要会议,由于信号较弱,在会议室和宾馆底层房间均不能通信。由于时间紧迫,在该宾馆安装闭路分布系统已不可能。经现场考察,在宾馆顶层信号较强,且信号单一,安装直放站不会引起导频混乱。服务天线放楼群中间,利用楼体的隔离可以有效地控制直放站的覆盖,因宾馆面积不大,直放站的增益设置较小,使直放站工作很稳定。直放站半天即安装完毕,马上收到效果,不但会议室内信号明显增加,而且地下室也可以正常通信。

● 开阔地域的覆盖

人口分布较少的开阔地域是使用直放站进行覆盖的典型场合。当直放站采用全向天线时,只要有一定的铁塔高度,在直放站工作正常的情况下,3km 内可以明显地感觉到直放站的增益作用。但距离超过 5km 以后,直放站的增益作用就迅速消失,用手机进行基站接收信号电平测试,无论直放站是否工作,接收电平都没有明显变化。这是因为在平原开阔地区,房屋建筑和地形地貌造成的传输衰耗相对较小,而随空间距离的增加,电波按 $32.45+20\log f$ (MHz)+ $20\log D$ (km) 的规律衰减;即距离每增加一倍,电波衰减 6dB。

比如在离基站 12km A 点处用手机测得基站的接收信号电平下降为约-95dBm,在离基站 17km 的 B 点测得接收信号电平下降为约-97dBm(由于距离增加不足三分之一,自由空间衰耗和地貌衰耗增加值都不很大)。在 A 点安装一直放站,我们可以这样估算一下直放站电波的衰减曲线。直放站正常工作后,在距直放站水平距离 300m 的地面用手机进行接收信号电平测量(离直放站过近,将离开天线的主瓣,计算误差较大),假如测得导频电平为-70dBm,就可估算出直放站在 A 点附近有 25dB 的增益作用。由于距离每增加一倍,电波衰减 6dB。在离 A 点 600m 处衰减 6dB,1200m 处衰减 12dB 依次类推,4.8km 衰关将达 24dB。如果考虑地貌衰耗,直放站放大的信号到达 B 点时,信号电平约在-95—100dBm 左右,此时直放站的增益作用几乎为零。图 3 表示出基站的信号和直放站放大的信号衰减曲线,可以看出 A 点至 B 点,基站信号衰减很慢,而且直放站信号衰减可以看出 A 点到 B 点,基站信号衰减很慢,而直放站信号衰减很快。

需要指出的是,如果直放站所在地 300m 处,通过开头直放站的方法,若能检查出直放站有 25dB 以上的增益,则说明直放站的工作状态已经是比较好的。由此可见,要想利用直放站组成大面积的覆盖是不现实的。当然 要想在局部方向获得较大的覆盖,如公路沿线则必须有更高的铁塔和高增益的定向天线,这样可以在单一方向延伸覆盖 10km 左右。

5. 对移动通信直放站的要求

通常,对移动通信直放站的要求主要应以基站的技术要求为依据。

(1) 工作频带

应和 GSM 及 CDMA 的工作频带一致。

直放站系透明传输,一般不会产生附加频率误差,但移频直放站例外(允许工作的移频频率应获得无线电管理局的批准),因它有频率变换,应要求输出频率变化不超过 $\pm 5 \times 10^{-8}$ 。

(2) 额定(最大)输出功率、额定(最大)增益(及增益调节范围、自动增益控制范围)及输入电平。

这是一组互相关联的指标,应综合考虑。

通常最大输出功率在不超信息部无线电管理局规定的最大限值的情况下,应分成若干等级供用户选用,下行主要考虑覆盖,上行保证基站满意接收。因此,下行一般大于上行。

增益是将接收到的信号放大到额定输出功率.考虑到直放站安装地点信号强度的差异,增益应是可调的。最大增益可以考虑将直放站接收到的信号电平(据施工及运营单位报告约-60~-80dBm)放大到最大输出功率来计算。

为了保证输出功率稳定和避免输出非线性,带有 ≤ 10 dB的自动增益控制(AGC)看来是必要的。

关于容差、额定输出功率和额定增益,只要规定一个就可以了。一般规定增益容差比较合适。因为测试时是将增益调到最大,改变输入电平使输出达到额定值。既然是这样,额定功率当然就不必规定容差了,而这时,输入电平也因增益不同而不同。

(3) 带宽、带内波动和带外抑制

这是一组互相有关系的指标,尤其是带宽和带内波动。

通常,带宽是指-3dB带宽,而带内波动是指带内的不平坦度。如果要求带内波动比3dB小,则-3dB带宽必然要比分配给它的带宽要宽,这样,势必侵占别的信道。因此,带内波动最大只能是3dB_{p-p}。

带外抑制主要是对滤波器形状的要求。为了不对别人形成干扰,希望滤波器形状尽量接近矩形。通常以-60(或-40)dB带宽对-3dB带宽的比(有人称之为滤波器的形状系数)来衡量。对宽带直放站来讲,这一形状系数做到 < 1.6 是不成问题的,但对选频直放站而言,形状系数可能要达到6。

(4) 交调和杂散发射

谐波、交调和杂散都是不希望有的无用信号,可以提出一样的要求。

对GSM直放站,按YD/T 883-1999和ETS 300 609要求是合适的,对CDMA直放站,只有按YD/T 1047-2000来要求了。

(5) 波形质量

CDMA基站有对波形质量(Rho)的要求,直放站传输CDMA信号后,对这项指标可能会恶化,应规定一个允许的恶化量。

(6) 传输时延信号通过直放站后,可能产生传输时延。

宽带直放站的传输时延比较小,一般在 $1\mu s$ 左右;选频直放站和移频直放站传输时延比较大,可能分别达到 $5\mu s$ 和 $10\mu s$ 。

(7) 噪声系数

这是直放站灵敏度的表征,按现在技术水平,做到4~6dB应是不成问题的。

(8) 电压驻波比

为可保证有效功率传输,提出电压驻波比的要求是需要的。根据功率被反射的量和实际水平,要求做到小于1.4~1.5是可行的。

(9) 操作维护管理

为了操作维护和管理,作一些信号指示(如输出功率指示,电源状态指示等),设置电源开关,增益调节钮是必要的。至于需不需要提出远程监控或网管之类的要求,应视情况而定。可以作为选项,有也不必过分复杂,因为直放站毕竟不是基站,复杂了成本必然增加。

(10) 安全要求

应有接地装置、耐压和绝缘等要求。

(11) 室内直放站

既然室内直放站是简易型的,因此要求应比室外型低,尤其是输出功率、增益、噪声系数、传输时延和电压驻波比等。

总之,直放站有很多技术参数,如上所述。但对一个直放站来说,主要有工作频率范围、最大输出功率、增益范围等,为此应对这些技术参数进行着重讨论。

● 直放站的工作带宽.很多直放站是由 AMPS 和 TACS 模拟移动通信系统产品演变而来,进入 CDMA 体制后,只做了少量改动,为适应 CDMA 有多个载频的需要(我国 800MHz CDMA 系统有 10MHz 带宽),一些直放站生产厂家,其宽带的直放站均不如为 CDMA 专门设计的窄带直放站性能好。因为 CDMA 系统信号的信噪比远低于其他系统,前端低噪声放大器的性能十分重要,宽带滤波器不利于低噪声放大器的制造。实际上直放站满足多功波是没有必要的,直放站都工作在话务量低的边缘地区,能保证 CDMA 首载波 283 信道工作即可。直放站是基站滚动发展的,过渡性产品,当需要第二载波时,直放站已被基站取代。

● 直放站的最大输出功率.一些厂家为了获得较大覆盖,生产的直放站最大输出功率高达+43dBm,这是没有必要的。取大输出功率+33~38dBm 较为合适。第一覆盖主要取决于直放站反向信道低噪声放大器的性能,而不取决于直放站的最大输出功率。第二在实际安装中,直放站输出功率很难达到+30dBm 以上。在空旷地带,当地面接收基站的信号电平低于-95dBm 时,可考虑安装直放站。假设施主天线架高 30m,由于高度的提高,空中接收信号电平在-65~-70dBm 左右,加上施主天线增益,直放站输入端口可望接收-50~-55dBm 的信号,如果直放站增益为 80dB,直放站输出功率只能达到+25~30dBm。但是在实际安装中,由于铁塔高度的原因,隔离度受到限制,直放站的增益很难达到 80dB 以上,所以直放站的最大输出功率指标定的过高实际意义不大。

● 反向信道接收端应具有分集接收作用。CDMA 系统有严格的功率控制,处于极低的信噪比情况下工作。由于手机发射的功率要远低于基站,直放站反向信道低噪声放大器的性能好坏显得十分重要。采用分集接收有利于改善反向信道的性能。正常情况(无直放站)手机发射电平很少超过+15dBm。在加入直放站后,手机的发射功率比正常时要大很多,有时接收电平在-95~-100dBm 时,手机输出就高达+23dBm。这主要是加入直放站后,反向路径信噪比恶化的原因。由于手机最大输出是+23dBm,所以直放站的覆盖主要取决于低噪声放大器的性能。

● 直放站的重量和体积.直放站不同于基站,安装条件一般都很苛刻,大部分在高塔上作业。有些生产厂商对这一点缺乏切身的体会,对重量和体积未给予重视,对这些物理参数没有“精打细算”。一个小巧的直放站会给运营商带来好感,想念安装过直放站的人都有切身的体会,将一个重量超过 25kg、体积庞大的直放站搬上 50m 高的铁塔是多么的困难。

● 软件的操作界面要方便.直放站安装条件困难,在高塔上作业,一手攀住铁塔,另一手拿住笔记本电脑操作,其难度是可想而知。如果人机对话采用 DOS 方式,逐一敲进字符,则是太困难了。有的生产厂家的产品,软件设置从直放站的初步设计到直放站的现场安装高度采用流程图的形式,开始要求输入直放站和基站的经纬度,随着流程图再输入天线和基站参数,一步一步地向下进行,最后给出直放站的大致增益数值,非常方便。所有的输入参数均由下拉式菜单用鼠标进行选择,很利于现场操作。

● 下放站应具有遥测遥控功能。直放站由于安装在较为偏僻的地区,用电话线采用 MODEM 遥控可能性满面春风。有的厂家给直放站配置一个手机,利用手机号码组成直放站自身的网管系统,但价格较高,当直放站数量不大时没有必要购买网管系统。最简单有效的方法是采用电缆从 RS232 口将遥控功能引至地面,这样每次对直放站进行检查就不用再爬塔。

● 直放站应具有故障和告警记录功能。对直放站出现的断电,功放过载,是否出现自激等应有记录。每次故障和告警出现的时间和次数应有所统计,以便于日后维护,分析原因。

6. 直放站主要指标的测试

有关移动通信直放站主要指标的测试应当考虑测试的准确性,也应当考虑测试的成本和使测试简单易操作。

(1) 额定输出功率、最大增益、增益调节范围和 AGC 范围的测试。

—— 被测直放站增益调到最大,从低向高调信号发生器加给被测直放站的输入电平,使测得的直放站输出达到厂家声明的输出电平 L_{out} (dBm),记录这时直放站的输入电平 L_{in} (dBm),则直放站的最大增益为: $G_{max} = L_{out} - L_{in}$ (dB) (1)

—— 改变输入电平到 L_{in}' (dBm) 和 L_{in}'' (dBm) 使直放站输出 L_{out} 变化不超过规定值 ΔL_{out} (如 1dB 或 0.5dB),则: $AGC = L_{in}' - L_{in}''$ (dB) (2)

L_{in}' 为 $L_{out} + \Delta L_{out}$ 时的输入电平, L_{in}'' 为 $L_{out} - \Delta L_{out}$ 时的输入电平。

—— 输入电平回到 L_{in} (dBm), 减小直放站增益到最小, 读直放站这时的输出电平 L_{outmin} (dBm), 直放站的增益调节范围为: $\Delta G = L_{out} - L_{outmin}$ (dB) (3)

测量额定输出功率时应考虑直放站输出端口到功率计输入端口的衰耗。

其它有很多指标都是在厂方声明的功率上测试的, 因此, 厂方声明最大输出功率时, 应考虑对其它指标(如交调、杂散发射等)的影响。

(2) 带宽、带内波动和带外抑制的测试

应尽量采用扫频测试, 采用网络分析仪(矢网、标网), 也可以采用带跟踪源的频谱分析仪, 建议推荐后者, 因为它的动态范围较大, 还可以减少测试仪器品种, 节约成本。

接通跟踪源, 中心频率调到被测直放站的中心频率, 扫频宽度调到被测直放站带宽的 3~7 倍(视被测带宽而定, 带宽窄时倍数高), 输出电平调到被测直放站输入电平为 L_{in} 。频谱分析仪参考电平调到使被测指标接近顶刻线。在频谱分析仪屏幕上出现滤波器的响应曲线, 用标记可以读到 -3dB 的带宽、带内波动和带外抑制。

在测量带内波动时, 建议减小输入电平 L_{in} , 以充分暴露带内的波动。在测量带外抑制时如果测量仪器的动态范围不够, 可以采用点频法测试。

(3) 谐波、交调和杂散发射的测试

▶交调测试、杂散发射测试

谐波测试信号发生器 1 接通, 信号发生器 2 关闭, 频率 f_1 调到被测直放站中心频率, 电平调到被测直放站输入电平 L_{in} 再加 10dB, 在直放站增益调到最大时, 用频谱分析仪测 $2f_1$ 、 $3f_1$... 的电平。

交调测试两个 CW 信号发生器的频率 f_1 、 f_2 在被测直放站带内设置并接通, 其间隔在测带内交调时应充分得小, 保证交调产物 $2f_1 - f_2$ 和/或 $2f_2 - f_1$ 落在带内, 在测带外交调时, f_1 、 f_2 的间隔应充分得大, 保证交调产物落在带外。在直放站增益调到最大时用频谱分析仪的标记功能读出交调产物的幅度。

测试 GSM 直放站时, 总输入电平应提高 10dB; 测试 CDMA 直放站时, 总输入电平应为 L_{in} 。

▶杂散发射测试

信号发生器调制方式分别调到 GSM 或 CDMA(视被测直放站种类而定), 频率调到被测直放站中心频率, 电平调到 L_{in} (dBm), 在直放站增益调到最大时用频谱分析仪测量 9kHz~12.75GHz 内除工作频带外的杂散发射电平。

在谐波、交调和杂散发射测试中, 应充分考虑直放站输出到频谱分析仪输入之间所有衰耗的影响。

(4) 波形质量恶化量的测试

CDMA 信号发生器频率调在被测直放站中心(信道)频率, 用波形质量测试仪测出 CDMA 信号发生器的波形质量 Rho_G , 调 CDMA 信号发生器电平到 L_{in} , 在被测直放站增益调到最大时, 按实线连接, 用波形质量分析仪测出这时的波形质量 Rho_A , 则被测直放站传输 CDMA 信号时波形质量恶化量为: $\Delta Rho = Rho_G - Rho_A$ (4)

(5) 传输时延的测试

▶示波器测量传输时延

通常用矢网分析仪测试, 测试成本很高。若用示波器测量传输时延, 与矢网测得的结果相比, 几乎没有差别。

将信号发生器用 ≥ 50 kHz 的信号作幅度或脉冲调制, 在高频数字存储示波器上观测 CH2 的信号包络对 CH1 的信号包络的延迟时间, 用示波器上的标记可以很准确地读出 CH2 信号和 CH1 信号之间的时间差, 即为传输时延。

(6) 电压驻波比的测试

用矢网和标网都可以测试, 我们用带跟踪发生器的频谱分析仪测试。

在频谱分析仪上, 接通跟踪源, 调中心频率为被测直放站中心频率, 调扫频宽度为被测直放站的工作带宽, 调跟踪源输出电平到反射桥测试端口有被测直放站的最大输入电平。以开路/短路的反射为参考, 测出被测直放站天线端口的回波损耗值。

源输出驻波的测试始终没有解决好, 只能在无输出信号或断电状态下测试。输入驻波测试要考虑被测直放站的承受力, 如果双工器前有隔离器, 则可以均在断电情况下测试。

(7) 噪声系数测试

用噪声系数测试仪测量噪声系数是非常简单的, 但对 GSM 选频直放站来说, 由于仪器带宽远大于被测带宽, 所以测试起来非常困难, 这时干脆用人工测试。

▶人工噪声系数测试

被测直放站增益调到最大,在噪声源接通时,从功率计上读功率 P_h (mW 或 μW);在噪声源切断时,从功率计上读功率 P_c (mW 或 μW)。

如果噪声源在被测频率上的超噪比为 ENR (dB),则被测直放站噪声系数为:

$$NF = ENR - 10 \lg(Y-1) \quad (5)$$

移动通信直放站看起来似乎简单,其实不然,对其中关键部件要求还是较高的。因此,建议运营商选购经质量认证厂商并经质检机构检测合格的产品,否则其结果将可能是不理想的。

7、直放站与基站的优劣性比较

直放站与基站相比较,其优点主要体现在如下几个方面:

(1) 同等覆盖面积时,使用直放站投资较低。在平原地区室外一个全向基站可以有 10km 覆盖半径;一个全向直放站可以有 4km 覆盖半径;就覆盖面积而言,六个直放站约相当于一个基站。六个直放站的设备价约为一个基站的 80%。但考虑到机房租用和装修、交直流电源、空调、传输系统和电路租金等费用,六个直放站的费用只相当于于一个基站的 50%,甚至更低。

(2) 覆盖更为灵活。一个基站基本上是圆形覆盖,多个直放站可以组织成多种覆盖形式。如“一”字型排开,可以覆盖十几至几十公里的路段。也可以组织成“L”型、“N”型和“M”型覆盖,特别适合于山区组网。

(3) 在组网初期,由于用户较少,投资效益较差,可以用一部分直放站代替基站。用户发展起来后现更换为基站,替换下来的直放站再进一步放置在更边缘的地区,这样一步步地滚动发展。

(4) 由于不需要土建和传输电路的施工,建网迅速。

但直放站与基站相比也有明显的不足,主要表现在:

(1) 不能增加系统容量。

(2) 引入直放站后,会给基站增加约 3dB 以上的噪音,使原基站工作环境恶化,覆盖半径减少。所以一个基站的一个扇区只能带两个以下的直放站工作。

(3) 直放站只能频分不能码分,一个直放站往往将多个基站或多个扇区的信号加以放大。引入过多的直放站后,导致基站短码相位混乱导频污染严重,优化工作困难,同时加大了不必要的软切换。

(4) 直放站的网管功能和设备检测功能远不如基站,当直放站出现问题后不易察觉。

(5) 由于受隔离度的要求限制,直放站的某些安装条件要比基站苛刻的多,使直放站的性能往往不能得到充分发挥。

(6) 如果直放站自激或直放站附近有干扰源,将对原网造成严重影响。由于直放站的工作天线较高,会将干扰的破坏作用大面积扩大。CDMA 是一个同频系统,周边的基站均有可能受到堵塞而瘫痪。

根据相关资料,有引起国家直放站和基站的安装比例高达 2 比 1 以上;由于我国的人口密度很大,直放站和基站的安装比例不应过大,如果没有光纤直放站,只对射频耦合型室外直放站而言,这一比值应不大于 1。在规划时,直放站作为滚动发展的过渡设备,一次性安装直放站的比率应进一步减少。在大中城市的市区和通话密度较高的地区应不使用射频耦合型室外直放站。

直放站不能增加系统容量,却可以弥补 CDMA 系统基站的覆盖不足,由于价格低、安装方便、在 GSM、CDMA 系统中采用直放站不失为网络优化的一种较好的解决方案。

另外由于 CDMA 系统的频率复用率为 1,直放站在 CDMA 系统和 GSM 系统中的使用存在着差异。直放站的使用将与整个系统的性能相关,而在 GSM 系统中直放站的使用仅与几个相关的通道性能有关。因而,合理的规划直放站网络,严格的工程勘测及施工对提高 CDMA 网络的性能是十分必要的。

二、GSM 直放站

GSM 移动通信直放站是解决基站覆盖而存在的信号盲区的一种方式。通过架设直放站不但能改善覆盖效果，同时能大大减少投资基站之成本。如图 2—1 所示了 GSM 移动通信直放站原理图。

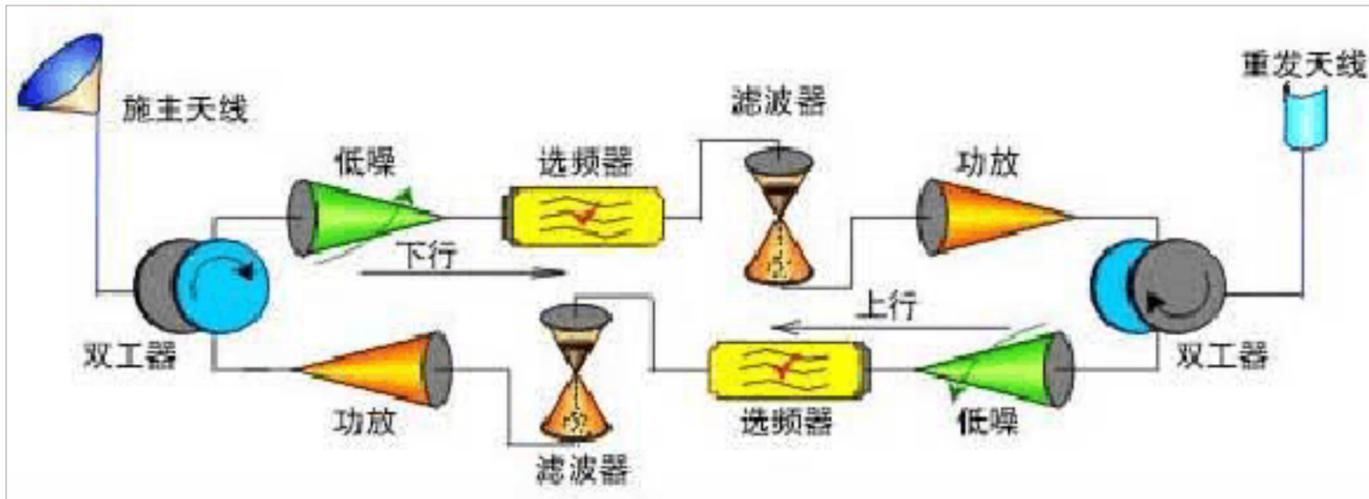


图 4—1 GSM 移动通信直放站原理图

为了满足不同环境及技术要求，GSM 直放站主要可分为：

- GSM 移动通信宽带直放机
- GSM 移动通信频带选择直放机
- GSM 移动能信信道选择直放机

1. GSM 移动通信宽带直放站

(1) GSM 移动通信宽带直放站方框图如图 2—1 所示。

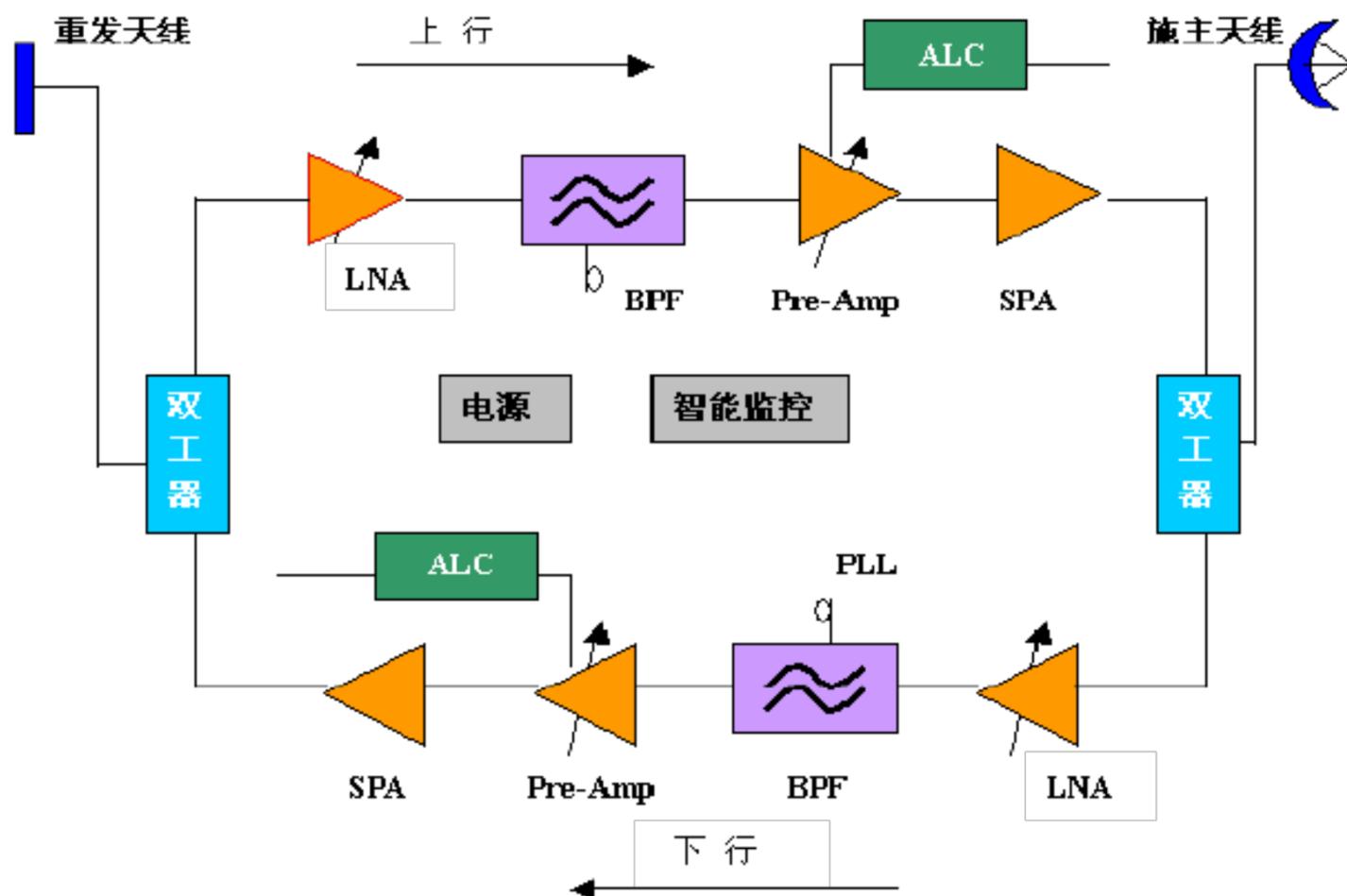


图 2—1 GSM 移动通信宽带直放站方框图

(2) 主要性能特点：

- ▶ 高的系统增益且增益连续可调
- ▶ 采用先进的数字滤波技术，带外抑制特别好

- ▶ 全双工工作, 很高的上/下行隔离度
- ▶ 两端口标准设计, 安装极为方便
- ▶ 内置电源且设计有电源保护系统和免维护备用电源接口
- ▶ 采用 ALC 技术, 输出电平连续可调, 稳定可靠
- ▶ 可选智能监控, 故障自动报警及远程维护
- ▶ 高线性功放, 性能稳定

(3) 使用范围: 主要用于机场、旅游区、地下建筑、隧道、大型偏厂矿及村镇等 GSM 系统的盲区、阴影区。

(4) GSM 移动通信频带选择直放站组网如图 2—2 所示。

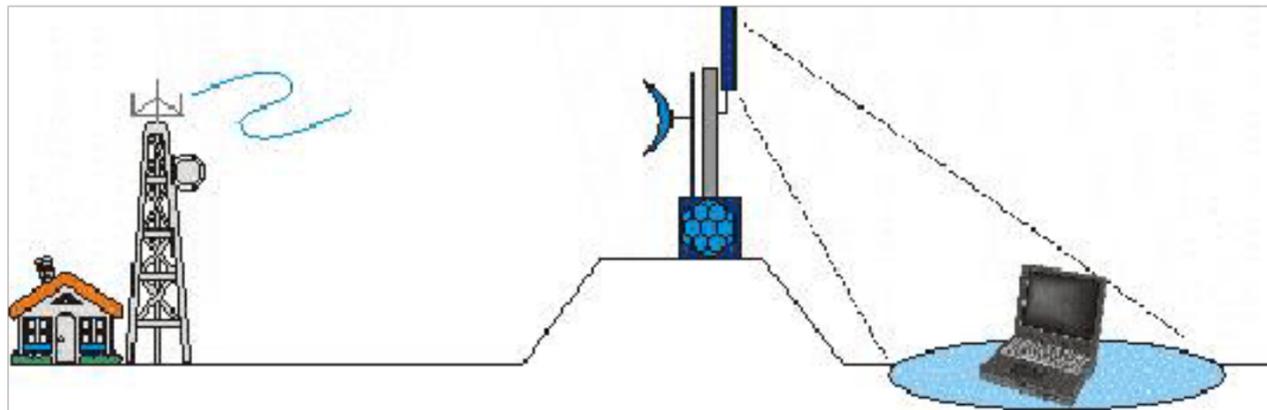


图 2—2 GSM 移动通信频带选择直放站组网示意图

2. GSM 移动通信频带选择直放站

(1) GSM 移动通信频带选择直放站方框图如图 2-3 所示。

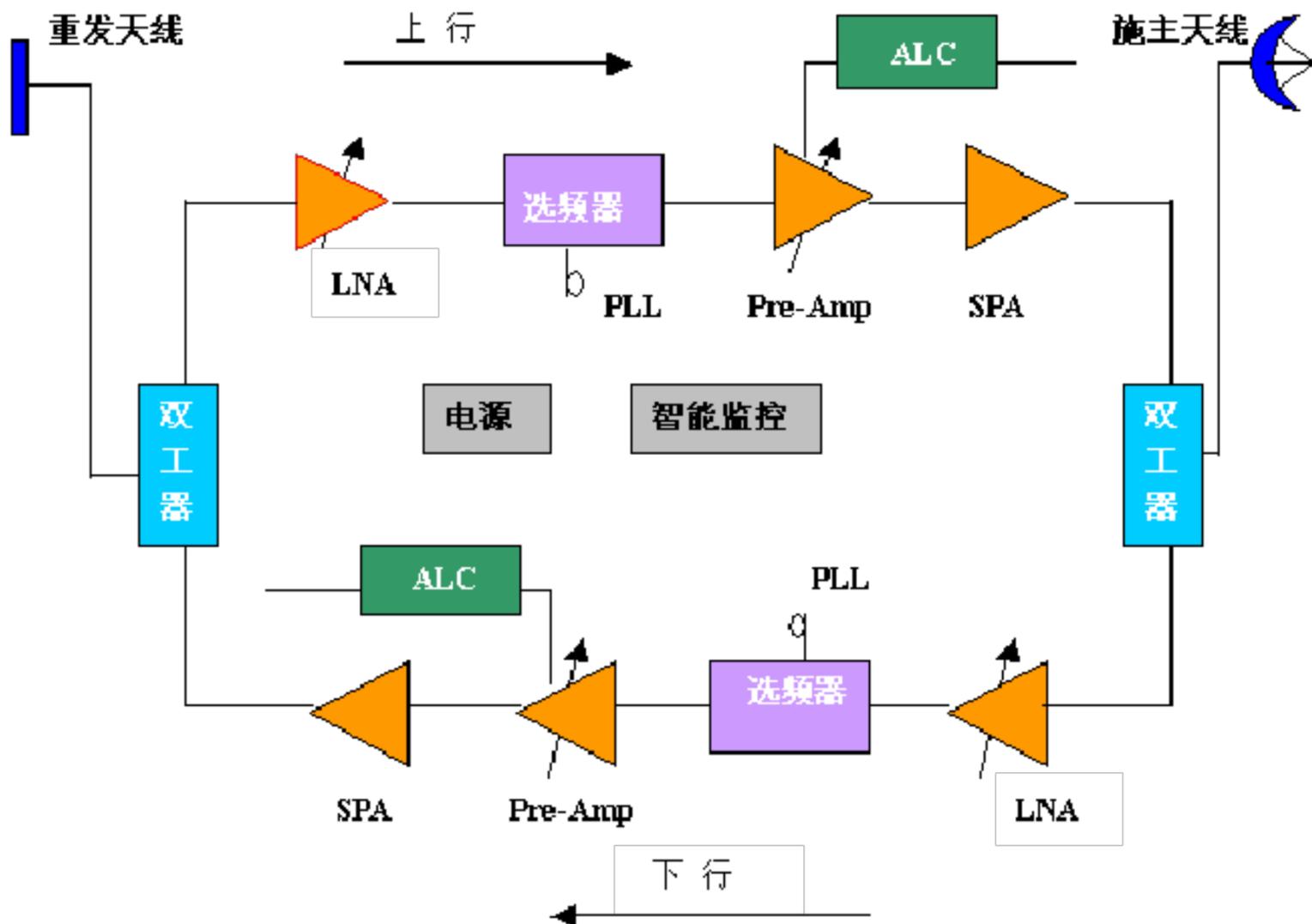


图 2-3 GSM 移动通信频带选择直放站方框图

(2) 主要性能特点:

- ▶ 高的系统增益且增益连续可调
 - ▶ 全双工工作, 很高的上/下行隔离度
 - ▶ 中心频率和带宽任意可调, 满足不同客户要求, 带外抑制好, 不同运营商之间的信号不会产生相互干扰
- ▶ 内置电源且设计有电源保护系统和免维护备用电源接口

- ▶ 两端口标准设计, 安装极为方便
- ▶ 采用 PLL 控制技术的选频模块, 性能稳定可靠, 噪声系数低
- ▶ 采用 ALC 控制, 输出电平连续可调
- ▶ 可选智能监控, 故障自动报警及远程维护
- ▶ 高线性功放, 性能稳定

3. GSM 移动通信信道选择直放站

(1) GSM 移动通信信道选择直放站方框图如图 2-4 所示。

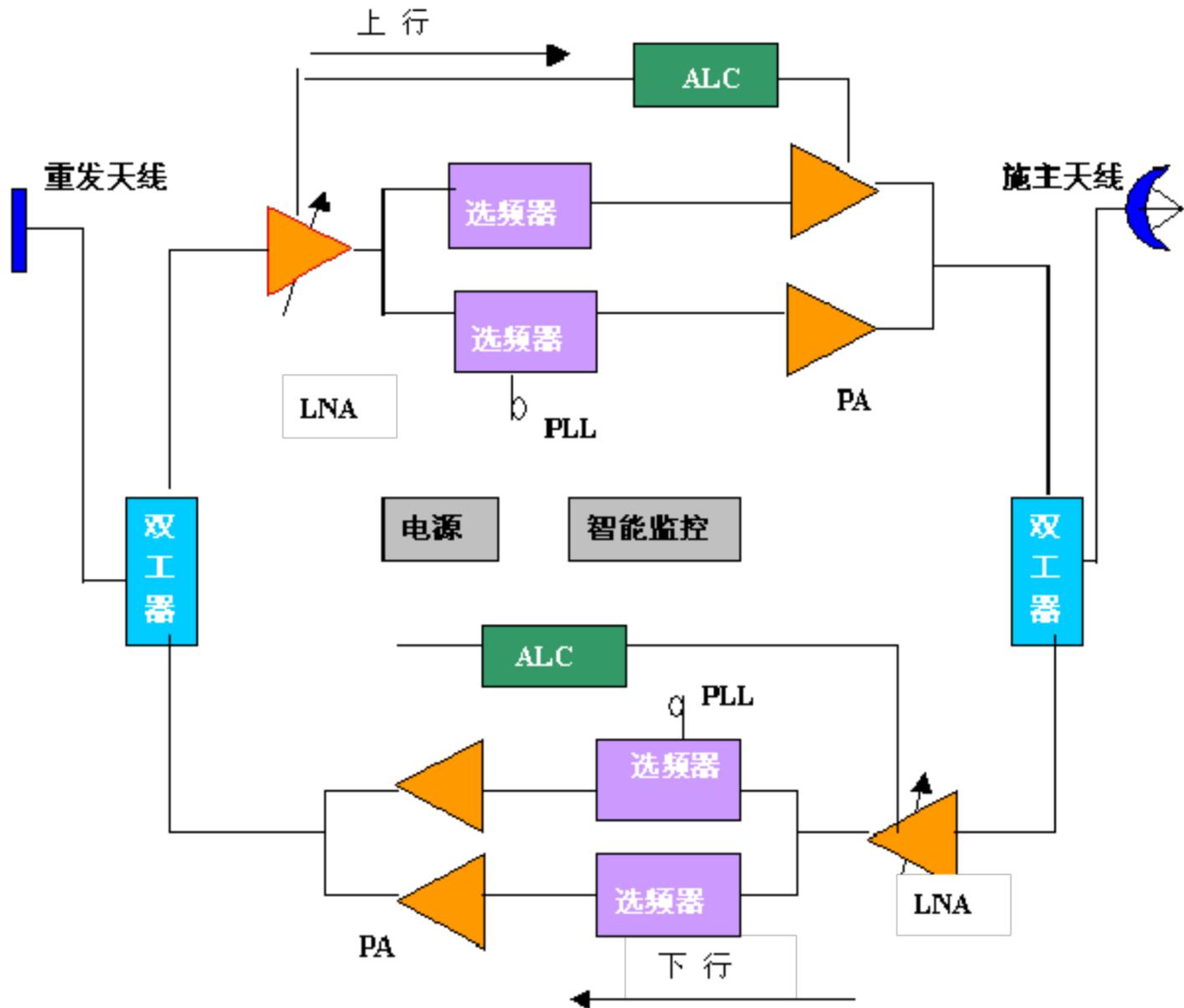


图 2—4 GSM 移动通信信道选择直放站方框图

(2) 主要性能特点:

- ▶ 高的系统增益且增益连续可调
- ▶ 产品能工作在两信道或四信道, 可扩展
- ▶ 采用 PLL 控制技术的选频模块, 性能稳定可靠, 噪声系统低, 带外抑制特别好
- ▶ 采用 ALC 控制, 输出电平连续可调
- ▶ 两端口标准设计, 内置电源, 安装方便, 并配有免维护备用电源接口
- ▶ 可选智能监控, 故障自动报警及远程维护
- ▶ 每信道单独功放, 不会相互干扰, 性能稳定
- ▶ 设计有防雷, 避雷系统

三、CDMA 移动通信直放站

采用 CDMA 直放站可以扩大 CDMA 系统基站的覆盖范围，大大节省 CDMA 网络建设的投资(一个

CDMA 直放站的投资约为一个 CDMA 基站的十分之一)。特别是在高层楼宇、地下(如地铁)、盲区等特殊环境下，CDMA 直放站将充分发挥它的优势。

CDMA 移动通信直放站是为 CDMA 网而设计的产品，它的显著特点是采用超线性功放，保证多信道工作无杂波。CDMA 直放站应用于 CDMA 移动通信网络中，双向中继无线信号延伸无线覆盖区，实现对特殊地形覆盖消除覆盖盲区，调配小区业务，平衡各小区的话务量，在“导频污染”地区强化主导频等等，以达到低成本扩大无线网络覆盖范围、优化网络的目的。

由于各地环境和条件的要求不同，所需的 CDMA 直放站的类型也不同。CDMA 直放站的系列产品(射频、微波、光纤、移频、楼宇、小型)会适应和满足各种不同需求。

CDMA 移动通信直放站主要由施主天线、重发天线、馈缆系统、直放主机、电源及保护系统以及防雷、避雷系统等部分组成。如图 3—1 所示了 CDMA 移动通信直放站原理图。

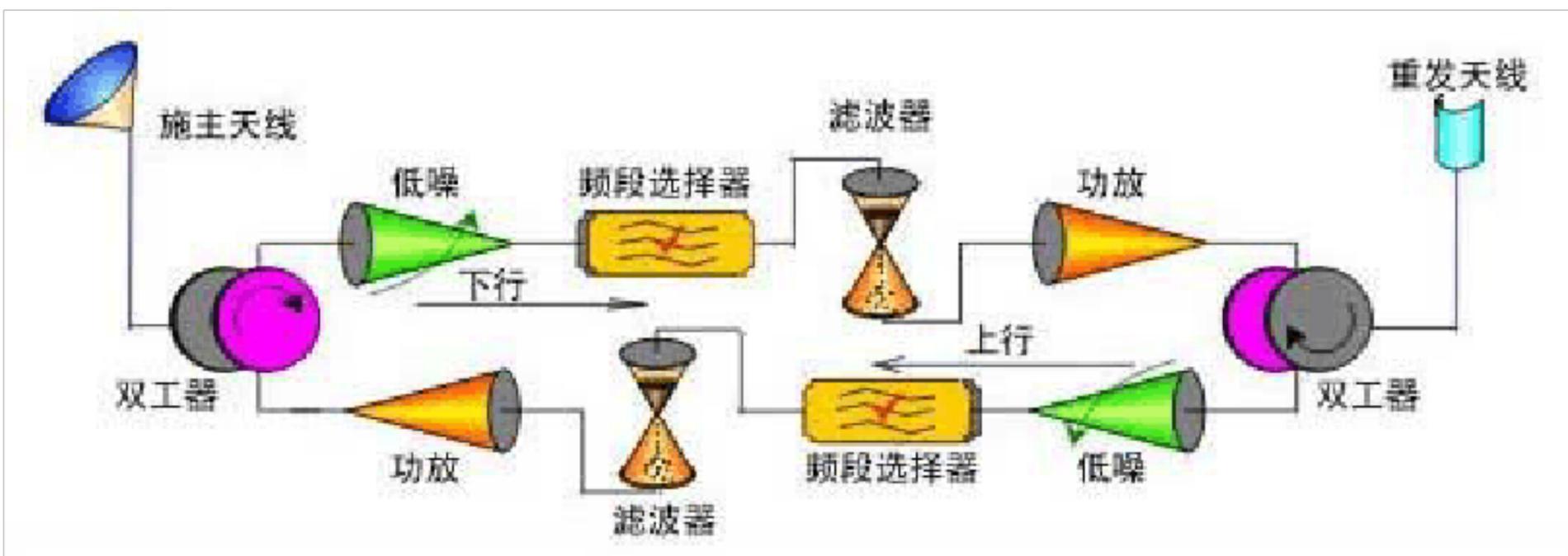
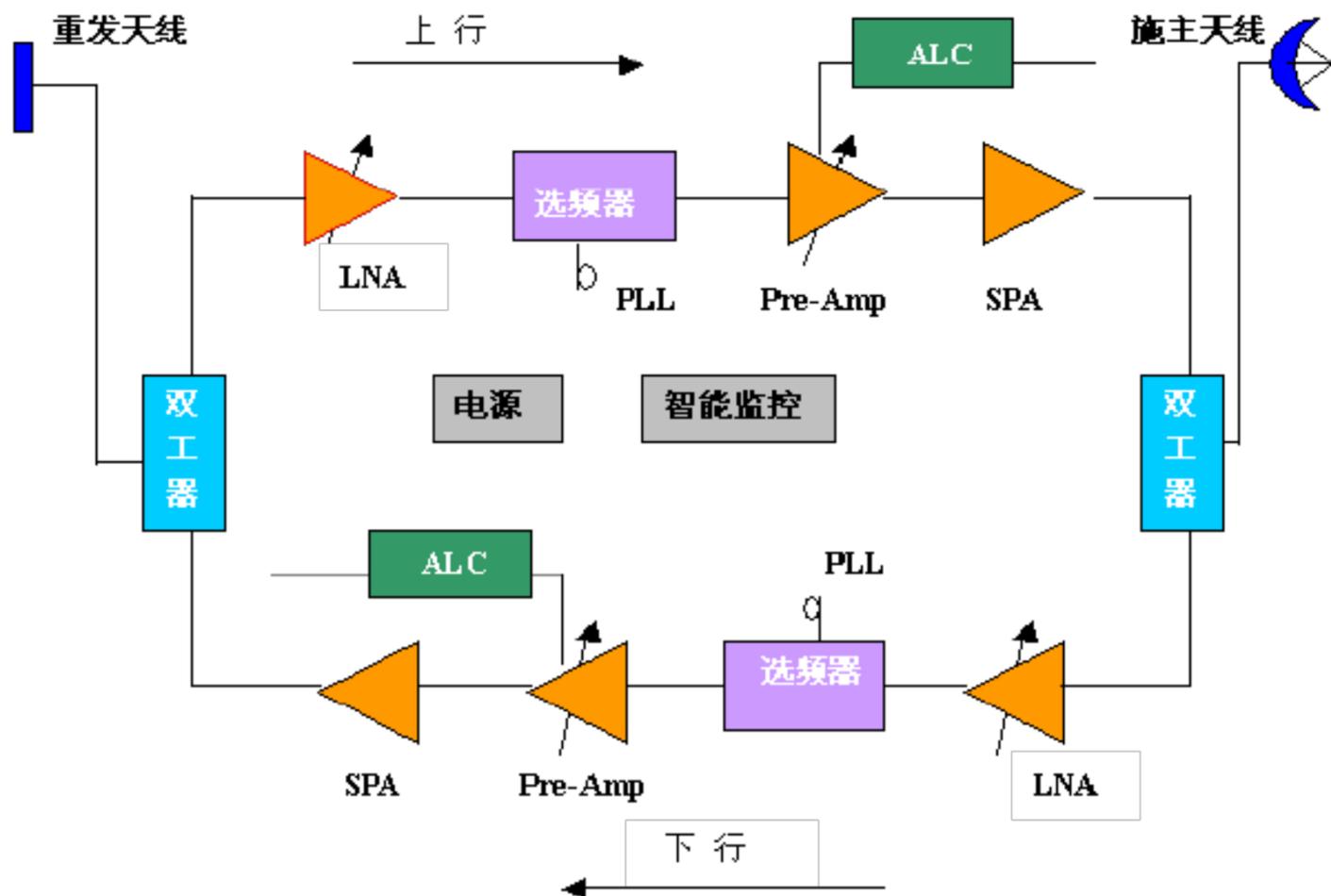


图 3—1 CDMA 移动通信直放站原理图

1. CDMA 直放站的特点

- ◆ 适用于 CDMA 系统
- ◆ 很宽的增益调节范围，并能连续可调
- ◆ 采用了高选择性的信道选择器，可对单载频进行选择处理
- ◆ 采用高线性功率放大器，低互调、低杂散，增益线性优良，信号波动小，对基站无干扰
- ◆ 采用多线高选择性低插损的腔体滤波器，消除上下行串扰保证系统高增益
- ◆ 采用特殊方法设计，避免与 G 网的相互干扰
- ◆ 采用 PLL 技术和数字滤波技术，带外抑制良好，带内平坦度好
- ◆ 设计防雷，避雷保护系统

2. CDMA 移动通信直放站框图



3. CDMA 直放站主要技术指标

- ▶ 工作电压 AC220V
- ▶ 工作频率：上行：825—840MHz 下行：870—885MHz
- ▶ 增益：65—40dBm
- ▶ 带内波动：<1.5dB
- ▶ 增益可调：30dB
- ▶ 阻抗：50ohm
- ▶ 交调 ≥ 26 dB
- ▶ 输入驻波 ≤ 1.5 (全频段)
- ▶ 输出驻波 ≤ 1.35 (全频段)
- ▶ 群时延 $\leq 2\mu s$
- ▶ 工作温度 $-30\sim 50^{\circ}\text{C}$
- ▶ 绝对湿度 5—90%

4. CDMA 直放站应用组网

如图 5-2 所示了 CDMA 直放站应用组网示意图。

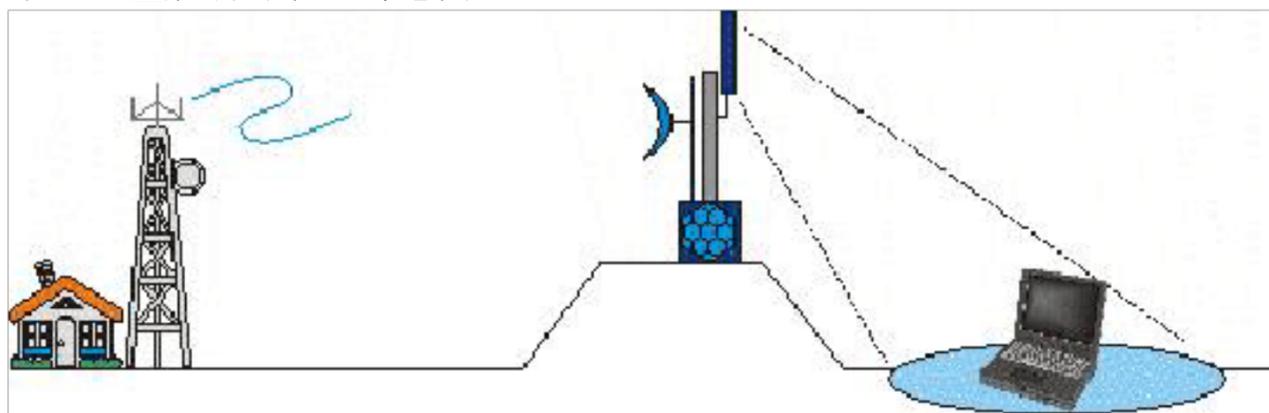


图 5—2 CDMA 直放站组网示意图

5. CDMA 直放站产品类型

基于 CDMA 网络建设需求,可能采用以下各种类型的直放站.

(1) 不同带宽的直放站

目前联通新时空开通使用的频段带宽为 10MHz (下行频率 870—880MHz, 上行频率 825—835MHz), 单载频使用时带宽需求为 1.23MHz。因此, 所需使用设备的工作带宽要求应符合这两种带宽的条件, 一般情况下, 室外应用的直放站多采用选频设备, 室内分布多采用宽带设备。

(2) 不同功率的直放站

CDMA 的直放站可有各种功率选择: 1W/5W/10W/20W, 不同的功率档次适合不同的应用场合. 如光纤直放站可采用大功率工作方式 (10W/20W), 室内直放站则采用小功率工作方式 (1W/2W/5W), 室外应用的直放站设备最大输出功率不超过 10W。

(3) 不同接入方式的直放站

应用的场合不同, 接入方式也有差别, 主要接入方式有直接耦合和空间耦合, 无线接入采取空间耦合方式, 光纤/电缆等接入采取直接耦合方式, 直接耦合方式可取得纯度较高的信号源。

(4) 不同安装的直放站

直放站一般分为室内及室外安装, 室内安装时要考虑良好的通风, 室外安装要考虑密封环境下的防水、防潮、散热情况。

6. CDMA 直放站采用的关键技术

用于 CDMA 系统中的直放站产品在设计开发过程中, 采用了一系列的关键技术以满足 CDMA 系统的应用特性:

(1) 低噪声电路设计技术

采用低噪声设计技术包括低噪声前级放大器和线性功放, 主要考虑在较高接收灵敏度的情况下, 使得信号具有更好的信噪比。

(2) 线性功放技术

CDMA 系统的调制方式以及频谱的利用率, 对功放的线性度也提出了很高的要求, 如 ACP R、IMD3 等指标均与线性功放的性能有关。

(3) 增益、功率控制技术

为了保证应用的直放站不会影响 CDMA 系统环路控制的正常工作, 直放站本身必须具备增益、功率调整控制技术, 这种调整可以是现场的, 也可以是远端的。

(4) 收发双工技术

通过双工器可以使直放站、下行收发天线共用, 便于工程施工, 减少工程造价, 当直放站采用分体机结构时, 使用双工器可以更方便的使前后端匹配。

(5) 滤波技术

CDMA 系统上下行频率相隔 45MHz, 为了避免直放站设备内部形成环路自激, 保证设备稳定工作, 放大链路需有足够的滤波电路, 对于需要严格控制带宽的设备 (如选频型), 还要采用变频、中频 S A W 滤波等技术。

(6) 光传输技术

光纤直放站利用光纤进行信号的传输, 需要 R F 信号与光信号转换单元, 以及光波分复用、光耦合及光功率分配等技术。

(7) 集中控制管理技术

为了便于设备的维护管理, 直放站内部应具有较为完善的智能管理单元, 以提供远程的遥测、遥控功能, 并可定时上传状态信息, 故障自动告警等。

(8) 多频合路、多模兼容技术

在室内分布应用的情况下, 要考虑同已经安装的其它室内分布系统 (如 G S M) 的兼容工作, 这需要用到多频、多模兼容技术。

7. 使用 CDMA 直放站的几个基本原则

(1) 功放是直放站的核心部件, 放大器的非线性将造成交调严重, CDMA 导频信号混乱, 通信质量恶化。直放站选型时应注意选择采用超线性功放的机型。

(2) 根据不同的覆盖要求选择不同输出功率的 CDMA 直放站和配套天线。

(3) 根据不同的场合选择不同信号中继方式的直放站,如城市内由于基站密度较大,为防止同时接入几个施主基站,应采用光纤传输直放站;在无光纤传输的地方可考虑采用微波传输直放站;在基站较少的地方可采用直接放大式直放机,站址应注意与施主基站视通,并在此方向上仅有一个基站,避免放大第二导频,选用的施主天线增益应尽可能满足直放机输入端电平,使直放机有较充裕的输出功率,充分发挥其作用,增加覆盖距离。

(4) 城市内大型建筑物、商场等场合,把直放站和室内分布系统配合应用,可取得较好效果。

8. CDMA 直放站对 900MHz GSM 系统的干扰问题

干扰是一个相互作用的问题,由于 CDMA 系统是一个扩频系统,所以抗干扰能力很强,一般情况下 GSM 系统对其干扰很小,所以问题主要集中在 CDMA 系统对 GSM 系统的干扰上。CDMA 系统的 880MHz 与 GSM 系统的 890MHz 频点最为接近,也最具有代表性。

(1) 分析干扰情况

分析 CDMA 与 GSM 系统的干扰,产生干扰的原因就是同址站之间的隔离度不够。需根据两者频率的关系及发射/接收特性来具体研究。这里讲的天线隔离度指的是同置站天线终端间的路径损失,即从干扰站发单元输出端口到被干扰站收单元输入端口的路径损失。它体现空间 传输损耗和两个站有效天线增益(例如天线增益减去电缆损失)的综合作用。

接收机灵敏度降低、IMP 干扰(即互调干扰)和接收机过载这 3 种性能损失是需要考虑的。从干扰源(直放站)接收的寄生辐射信号将导致接收机灵敏度降低,而从同置站接收到的所有载频的合成造成了 IMP 干扰,接收机过载的原因是接收机所收到的总信号功率太大。为了将这些性能损失降到最小而不修改现有的发送和接受单元,在同址站间需要保持适当的隔离。

三种主要的干扰为杂散干扰、阻塞干扰和互调干扰。三种干扰中,杂散干扰与 CDMA 直放站(或基站)目前在 890MHz 附近的带外发射有关,这是接收方(GSM 系统)自身无法克服的,将导致 GSM 系统信噪比下降,服务质量恶化;阻塞干扰与 GSM 接收机的通带外抑制能力有关,涉及到 CDMA 的载波发射功率、接收机滤波器特性等,GSM 系统的接收机将受影响因饱和而无法工作;互调干扰与 CDMA 使用多载频、系统的非线性有关,结果主要表现为 GSM 系统信噪比下降和服务质量恶化。

根据 GSM 技术体制,GSM 接收机的灵敏度为 -104dBm ,信噪比 9dB 。通常情况下,GSM 基站天线一般位于铁塔的第一层平台,由于物理空间的原因,CDMA 直放站的增益不会很大(在最大增益范围内,直放站的增益大小取决于施主天线与用户天线的隔离要求,若增益为 80dB ,则隔离要求为 100dB 左右,两天线间的垂直隔离距离约为 15m ,考虑到多个 RF 系统共用同一站址,且直放站的施主天线的高度要求,所以共址情况下的 CDMA 直放站的增益不会很大),一般输出功率取 37dBm 较为合理(约 5W ,远小于 CDMA 基站的输出功率),直放站的双工滤波器的带宽多为 $870\text{MHz}\sim 880\text{MHz}$,其滤波特性为 60dB 。根据信息产业部《800MHz CDMA 直放站 $870\text{MHz}\sim 880\text{MHz}$ 技术要求和测试方法》中关于工作带外杂散的要求:每频带 $\Delta f > 1.98\text{MHz}$: $\leq -65\text{dBc}/30\text{kHz}$,即在 1.23MHz 信道带宽以外信号衰减 65dB 。

另外需要注意的一点,原长城公司 133 网的 800MHz CDMA 网络的 CDMA 基站采用的是北美的标准,其基站的双工滤波器的带宽多为 $869\text{MHz}\sim 894\text{MHz}$,所以,CDMA 的带外信号将达到 894MHz 附近,与中国移动的频点有 4MHz 的冲突,会对其造成一定的影响。CDMA 直放站的情况与其不同,中国联通的 CDMA 频点为 $870\text{MHz}\sim 880\text{MHz}$,所以大多数直放站(在中国市场销售的)的双工滤波器的带宽为 $870\text{MHz}\sim 880\text{MHz}$,其滤波特性为 60dB 。所以,直放站 CDMA 的带外信号不会达到 890MHz 附近。

(2) 克服干扰的解决方案

为了克服干扰,则需要遵守三条隔离准:

- ◆ 被干扰基站从干扰基站接收到的寄生辐射信号强度应比它的接收噪声限低 10dB ;
- ◆ 在被干扰基站生成的三阶互调干扰(IMP3)电平应比接收机噪声限低 10dB ;
- ◆ 受干扰站从干扰站接收到的总载波功率应比接收机的 1dB 压缩点低 5dB 。

根据以上条件,计算隔离距离:

- * CDMA 直放站的频带外杂散: $37 - 65 = -28$ ($\text{dBm}/30\text{kHz}$)
- * GSM 系统能允许的最大杂散干扰: $-104 - 9 - 10 = -123$ (dBm)
- * CDMA 直放站信号在 890MHz 处的电平强度(已经过双工滤波器): $-28 - 60 = -88$ (dBm)
- * 隔离余量: $-88 + 10\lg(200/30) - (-123) = 43$ (dB)

根据垂直隔离公式: $I_{\text{iso}} = 28.0 + 40\lg_{10}(d/\lambda)$, 则垂直隔离距离为 $d = 2.4\text{m}$ 。

根据水平隔离公式: $I_{\text{iso}} = 22 + 20\lg_{10}(d/\lambda) + (\text{GREPEATER TX} + \text{GSM RX})$, 则水平隔离距离为: $d = 11\text{m}$ 。

实际工程中,由于 $890\text{MHz}\sim 909\text{MHz}$ 频段为中国移动所有,而 CDMA 系统为中国联通所有,所以共址的机会不多。

中国联通的 GSM 上行频段为 909MHz~915MHz, 与 CDMA 相隔较远, 隔离要求更小, 应更容易实现。

实际工程中, 利用铁塔平台的隔离和建筑物本身的隔离, CDMA 直放站信号对 GSM 的干扰问题是可以解决的, 这需要工程人员大量地实践与摸索。

9. CDMA 直放站对 CDMA 系统的干扰

在 CDMA 系统中直放站使用不仅可以消除盲区, 而且还可以延伸基站的覆盖范围。但是, 直放站的使用也会对 CDMA 系统产生下述的干扰问题。

(1) 干扰所引起的问题

◆ 噪声叠加

上行链路中直放站的使用使 CDMA 系统的噪声叠加, 基站的接收灵敏度下降。

◆ 使原基站覆盖范围缩小

CDMA 直放站的使用所引入的噪声, 导致基站系统的接收灵敏度下降, 从而引起上行链路覆盖范围的收缩。通常情况下, 在郊区, 当上行链路中由于直放站使基站的噪声电平提高 2.1dB 时, 上行链路的覆盖范围将收缩 13%。因而, CDMA 系统中, 直放站的架设位置不能处于原小区边缘。

◆ 下行链路的导频时延

在 CDMA 系统中使用直放站会产生定时时延和信号延时扩散, 如果时延较大, 将使 CDMA 系统导频码的相位发生变化, 产生掉话等。

在存在双重覆盖区域的情况下, 来自直放站和基站信号的多径传播导致接收端的延时扩散。为了减少多径干扰, 应慎重选择直放站的站址, 使双重覆盖所产生的时延在一个时间窗之内; 另外可以调整基站的时间窗, 使系统导频信号不产生混乱。

(2) 直放站对系统容量的影响

任何能够改变基站接收端信号电平或干扰电平的因素, 都对系统的容量产生影响。下面分几种不同的情况分析直放站引入对 CDMA 系统容量的影响:

◆ CDMA 系统容量

比特能量与总的噪声功率谱密度之比: $E_b/N_0 = PG / (V * (N-1) * (1 + I_{other}/I_{self}))$

系统容量: $N = 1 + PG / (V * E_b/N_0 * (1 + I_{other}/I_{self}))$

其中: PG=21dB 为 CDMA 系统处理增益, V 为话音激活增益, 通常取 0.4。

I_{other} 来自于其它小区的干扰, I_{self} 自身小区的干扰假设系统要求 $E_b/N_0=10\text{dB}$ 。

—— 对于单小区系统, 来自于相邻小区的干扰为零, 即 $I_{other}/I_{self}=0$, 代入得系统容量 $N=32.5$ 。

—— 对于多小区无直放站的系统容量取决于相邻小区的干扰情况。

◆ 安装 CDMA 直放站时的系统容量

—— 在单小区有直放站时, 因为 $I_{other}/I_{self}=0$, 系统容量不变。

—— 在多小区有直放站, 分以下两种情况进行讨论:

a. 移动台位于小区边缘与直放站之间的情况下, 因为直放站的作用, 相邻小区移动台的发射功率减小, 因而来自相邻小区的干扰减小, 即公式中 I_{other}/I_{self} 减小, 因而系统容量增加。

b. 移动台位于基站与直放站之间的情况下, 当直放站位于基站与直放站之间, 因为直放站的增益, 使得对相邻小区的干扰增加, 通过分析可以得到该项的影响较弱。

多小区安装直放站的情况下, 对于相邻小区干扰主要来自本小区边界的用户, 采用直放站后, 这些用户发射功率减小, 降低了相邻小区的影响, 使系统容量得以增加。统计表明, 通常情况下, I_{other}/I_{self} 可降低 12%—6%, 容量增加 2-3 个用户。

综上所述, 对于单蜂窝系统, 直放站的使用可在保持原有容量的前提下, 增加覆盖范围; 对多蜂窝系统, 直放站的使用不仅可以增加覆盖范围, 还可使系统容量略有增加。

(3) 基站每扇区可带直放站的数目

假设基站和直放站的噪声系数均为 5dB, 经过有关计算, 可得到以下结论:

◆ 对于直放站的输出功率为 100mW (20 dBm) 时, 加入 60 台直放站后, 将引入 2 dB 的附加噪声。

◆ 对于 1W (30 dBm) 的直放站, 加入 10 台, 将引入 2 dB 的附加噪声。

◆ 对于 10W (40 dBm) 直放站, 加入 1 台直放站后, 将引入 1.5 dB 的附加噪声, 加入 4 台直放站, 将引入 4 dB 左右的附加噪声。

四、GSM/CDMA 光纤直放站

光纤直放站与无线直放站的最大区别在于施主基站信号的传输方式上，无线直放站通过接收空间传播的无线信号进行放大，从而扩大基站的覆盖范围。光纤直放站是通过光纤进行传输，采用光信号接收器和转换器连接偏远的区域。

1. 光纤直放站的特点

(1) 工作稳定, 覆盖效果好

光纤直放站通过光纤传输信号，不受地理环境、天气变化或施主基站覆盖范围调整的影响，因此工作稳定，覆盖效果好。

(2) 设计和施工更为灵活

根据无线直放站的工作原理，无线直放站需把施主天线安装在可以接收到 GSM 信号的地方，而且接收信号强度不能小于 -80dBm ，所以无线直放站一般只能安装在基站覆盖范围的边缘，并向顺着基站覆盖的方向延伸覆盖。同时，为了防止直放站自激，还需保证施主天线和覆盖天线有足够的隔离度。因此，无线直放站的安装位置和方式受到一定限制，而且一般采用定向天线进行覆盖，覆盖范围较小。光纤直放站在设计时无需考虑安装地点能否接收到信号；不需考虑收发隔离问题，选址方便；覆盖天线可根据需要采用全向或定向天线。另外射频信号能够在很小的传送损失的情况下被传送到远达 20 公里的远处，光缆很细，容易铺设。因此，设计和施工的灵活性大。

(3) 避免了同频干扰, 可全向覆盖, 干扰少

光纤直放站是为了扩大移动电话基地站的覆盖范围，把 CDMA 移动电话信号变成光纤后，从基站到远程地区，可使干扰及插入损失减小到最小。

(4) 适用于 GSM 宽带信道选择型、CDMA 宽带信道选择型；

(5) 单级传输距离长达 50Km 以上，扩大覆盖范围；

(6) 可提高增益而不会自激, 有利于加大下行信号发射功率；

(7) 信号传输不受地理条件限制

特别适合边远城镇或地形复杂的山区。

2. 光纤直放站的传输方式

光纤直放站的最大特点是通过光纤进行信号传输，光纤传输可以单独敷设，也可以利用现有的传输网络。其主要有三种应用方式：

(1) 普通双光纤方式

这种方式多用于光缆中有现成多余备用光纤对的情况。

(2) 波分复用方式

如光纤中的 $1.3\mu\text{m}$ 波长窗口已经被其他信号占用时，可以通过波分复用器将直放站信号复用到 $1.55\mu\text{m}$ 波长的窗口上，实现直放站信号与其他信号同纤传输。

(3) 一发两收方式

如果传输距离不太远，且话务量不大的两个地方都需要采用直放站，则可利用光纤分路器给成一发两收方式，和同纤传输方式。

一般来说，如果能够从基站敷设光纤至光远端机或现成的光纤网络中有富余的纤芯，都采用普通双光纤的方式解决光纤传输的问题。采用波分复用器可以提高光纤的利用率，但由于波分复用器投资较大，一般较少使用。

3. 光纤直放站的工作原理

光纤直放站的原理图如图 4-1 所示，主要有光近端机、光纤、光远端机（覆盖单元）几个部分组成。光近端机和光远端机都包括射频单元（RF 单元）和光单元。无线信号从基站中耦合出来后，进入光近端机，通过电光转换，电信号转变为光信号，从光近端机输入至光纤，经过光纤传输到光远端机，光远端机把光信号转为电信号，进入 RF 单元进行放大，信号经过放大后送入发射天线，覆盖目标区域。上行链路的工作原理一样，手机发射的信号通过接收天线至光远端机，再到近端机，回到基站。

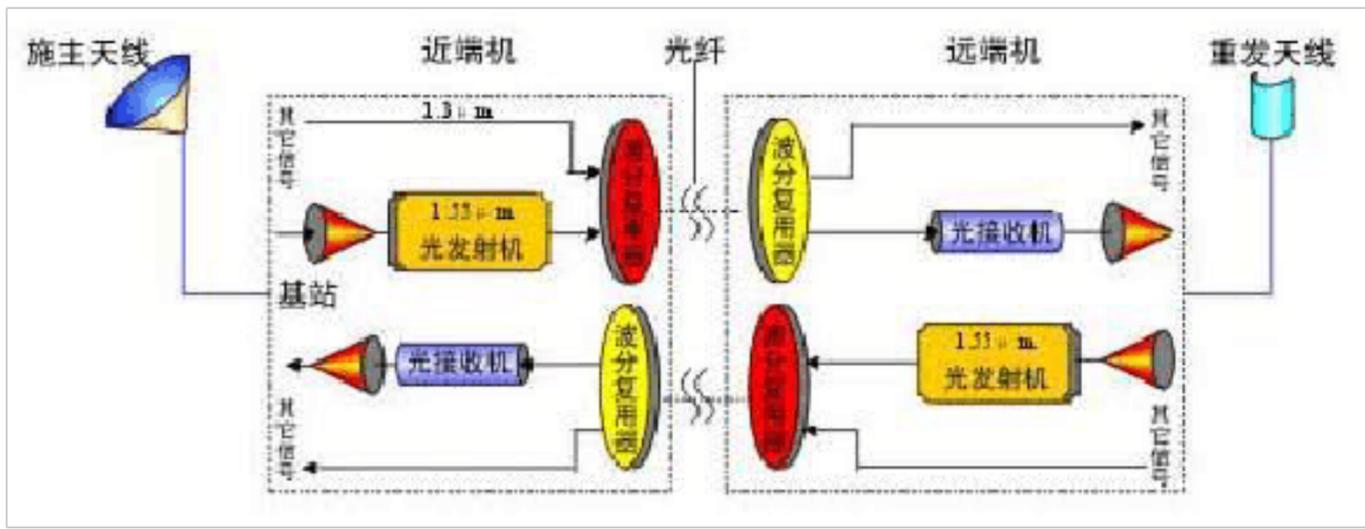


图 4—1 光纤直放站的原理图

光纤直放站的原理结构框图如图 4-2 所示。

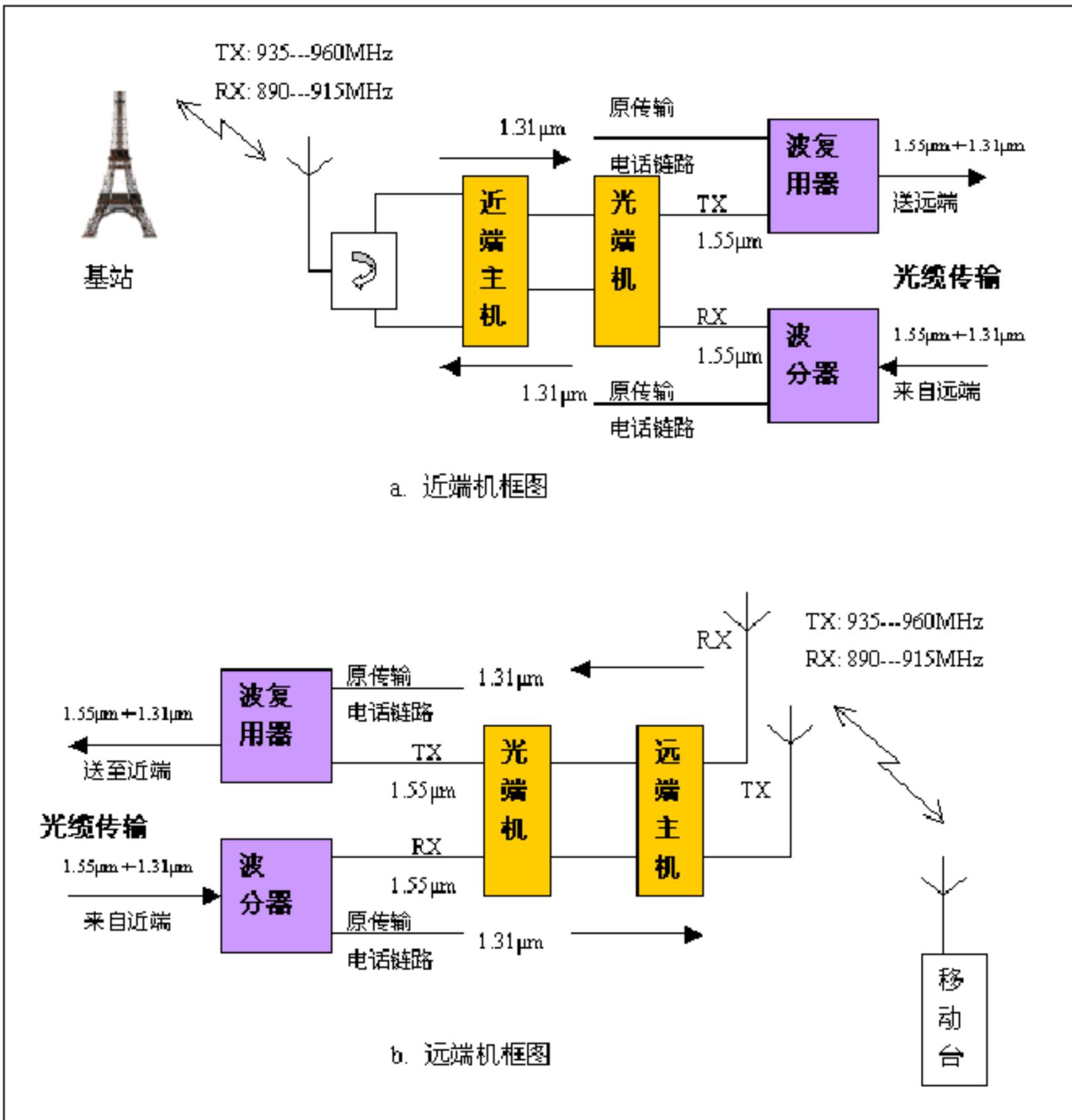


图 4—2 光纤直放站原理结构框图

光纤直放站近端机的定向天线收到基站的下行信号(935MHz—960MHz)送至近端主机，放大后送到光端机内进行电/光转换，发射 $1.55\mu\text{m}$ 和 $1.31\mu\text{m}$ 波长的光信号，再送到光波复用器，同原传输链路的光信号(波长 $1.31\mu\text{m}$)合在一起经光缆传到远端；远端光波分器将 $1.31\mu\text{m}$ 和 $1.55\mu\text{m}$ 波长的光信号分开后，让 $1.55\mu\text{m}$ 波长的光信号输入光端机进行光/电转换，还原成下行信号(935MHz—960MHz)，再经远端主机内部功放放大，由全向天线发射

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/975334321220012010>