

直放站对施主基站及周围基站的影响

直放站对施主基站和周围基站的影响

1、引言

CDMA 直放站作为解决 CDMA 网络覆盖问题的主要解决方案之一，有建网速度快、成本低等特点。直放站在提升网络覆盖性能的同时，也涉及对 CDMA 网络本身一些性能的影响。

2、对施主基站的影响

对施主基站而言，直放站的加入，最大影响当属反向链路的噪声问题。CDMA 系统反向链路属于噪声受限，随着用户数量的增加，反向链路的噪声能量增大，原基站服务区用户的服务质量有所下降是再所难免的，这种影响实际上不是关键。最关键的应当说是直放站在没有用户接入情况下，如果参数设置不当也将对基站的反向链路的噪声恶化，从而造成对施主基站覆盖性能的影响。下面对此进行详细描述。

CDMA 基站收发信台 BTS 与 CDMA 射频直放站反向链路等效电路如图 1 所示。

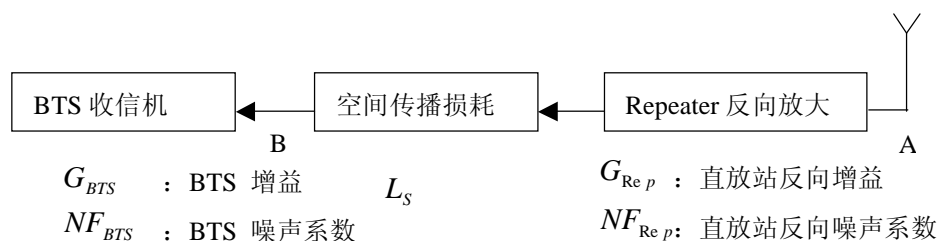


图 1

B 点是 CDMA 基站的天线口，在不考虑直放站影响的前提下，BTS 收信机在该点的等效输入噪声电平可有以下式表征：

$$P_{noise-BTS} = -174dBm + 10\log BW + NF_{BTS}$$

其中，BW 为收信机带宽，约为 1.23MHz。

在加入直放站以后，我们可以根据等效模型，获得 BTS 收信机在 A 点的等效输入噪声电平：

$$P_{noise-total-A} = -174dBm + 10\log BW + NF_{total}$$

$$\text{其中, } NF_{total} = NF_{Rep} + \frac{L_S}{G_{Rep}} + \frac{NF_{BTS}}{G_{Rep}(-L_S)}$$

A 点的噪声电平传递到 B 点后变成:

$$P_{noise-total-B} = P_{noise-total-A} + (G_{Rep} - L_S)$$

由此, 可以对直放站对 BTS 收信机的影响进行定量的分析。下表的数据是通过 APPCAD 软件的仿真结果, 并基于这样的假定: NF_{Rep} 取 5.0, 空间传输损耗 L_S 取 80dB, NF_{BTS} 取 3.0, 并以直放站反向链路增益为变量进行计算。

| G_{Rep} (dB) | NF_{total} (dB) | $P_{noise-total-A}$ (dBm) | $P_{noise-total-B}$ (dBm) | $P_{noise-BTS}$ (dBm) |
|----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | -110.10 |
| 92 | 5.17 | -107.93 | -95.93 | |
| 90 | 5.27 | -107.83 | -97.83 | |
| 88 | 5.41 | -107.69 | -99.69 | |
| 86 | 5.64 | -107.46 | -101.46 | |
| 84 | 5.97 | -107.13 | -103.13 | |
| 82 | 6.46 | -106.64 | -104.64 | |
| 80 | 7.12 | -105.98 | -105.98 | |
| 78 | 8.01 | -105.09 | -107.09 | |
| 76 | 9.12 | -103.98 | -107.98 | |
| 74 | 10.46 | -102.64 | -108.64 | |
| 72 | 11.97 | -101.13 | -109.13 | |
| 70 | 13.64 | -99.46 | -109.46 | |
| 68 | 15.41 | -97.69 | -109.69 | |

实际上, 我们可以将空间损耗进行其它假设, 可以发现, 产生的另外一组数据与之是近似的, 对分析结果不产生任何影响。

对数据作分析, 不难发现, 当直放站反向链路的增益与空间传输损耗相等时, 在上述假定条件下, 直放站将会使 BTS 收信机的等效输入噪声电平增加 4.12dB。如果直放站的反向链路的增益大于空间传输损耗, 则直放站将使 BTS 收信机的等效输入噪声电平进一步抬高, 当高于 12dB 时, 输入等效噪声电平增大约 14dB。显然, 两种情况下, 都将使 BTS 收信机的灵敏度降低, 尤其是后者, 对灵敏度的影响是严重的。

从网络的角度讲, 上述情况将导致 BTS 对在其服务区内直接接入用户

的服务质量下降。

反向链路自激对施主基站的影响是致命的，将完全使其反向链路阻塞。

当反向链路增益小于空间传输损耗时，可以减小直放站对 BTS 收信机的影响，并随着增益的不断下降，将这种影响减小到最小。当然减小这种影响是以牺牲直放站的覆盖和用户服务质量为前提的。需要有个折衷，不难看出，将反向链路增益设置为小于空间传输损耗 6~12dB 是较好的选择。

上述分析及结论同样适用于光纤直放站。

另由于直放站引入后将会改变原有基站的覆盖区域，延伸原有的小区覆盖范围，增加手机与基站通信链路的环路时间，因此有必要对这些因素对搜索窗口的影响做一个定量的分析。

1) 时延影响

如上所述，CDMA 是码分多址系统，通过不同的 PN 偏移来区别不同的基站，手机通过接入信道搜索窗口找到相应的 PN 偏置，引入直放站以后会带来附加时延，它包括：直放站处理时延（定为 TDr）+直放站到手机的链路时延（TDd）。为便于计算，将自由空间的距离折算成码片宽度的数目。

计算公式如下：

一个码片宽度的时间对应的自由空间的距离为 $D_m=c*T_m$ ，其中 c 为光速（ $3*10^8$ m/s， T_m 为一个码片宽度的时间（ $1/1228800$ ）s， $D_m=244$ m，也就是说在自由空间的 1 公里等效于 $1000\text{m}/244\text{m}=4.1$ 个码片宽度时延对应的空间距离。

2) 对前向 SRCH-WIN-A 的影响

移动台利用该搜索窗口搜索活动组或候补组中的导频，其中心大约定位在导频最早到达的多径指峰上，以便在导频当前到达时刻的前后都可以搜索到达的多径信号，根据经验，搜索窗口应足够大，能够覆盖导频可用多径成分中预计的最大到达时间，计算所需的时延预算 $T_{d,Active}=2*(\text{delay-spread}_{\max})/T_{\text{chip}}$ ，

其中 T_{chip} =码片时间， $\text{delay-spread}_{\max}$ =最大时延扩展，当增加直放站后，实

实际覆盖的距离增大，一般而言，其时延扩展势必增大，则根据直放站的实际设置情况，应适当增大施主基站的 SRCH-WIN-A。

3) 对前向 SRCH-WIN-N 的影响

移动台利用该设置来搜索邻近组中的导频，这些窗口的中心大约位于目标导频相对于激活组中参考导频到达时刻的 PN 码偏置处，在邻近组中搜索窗口的设置不仅要考虑目标导频的最大时延扩展，而且还需考虑参考导频与目标导频之间最大的传播时延差，则总的时延预算公式为

$$T_{d,N} > 2 * (D_{max} / V_c + delay_spread_{max}) / T_{chip}$$

其中 T_{chip} =码片时间， $delay_spread_{max}$ =最大时延扩展， D_{max} =移动台与发射激活组导频的小区 and 移动台与发射邻近组导频的小区之间的最大差值， V_c =光速。

增加直放站后，在获得新的时延预算后，就可以根据时延预算与搜索窗口之间的关系表查到对所需 SRCH-WIN-N 调整的幅度。

| 时间预算和搜索窗口大小 | | |
|----------------------------|-------------|------------|
| 时延预算 (ms) | 窗口大小 (PN码片) | SRCH-WIN-A |
| | | SRCH-WIN-N |
| $T_d \leq 1.64$ | 4 | 0 |
| $1.64 < T_d \leq 2.45$ | 6 | 1 |
| $2.45 < T_d \leq 3.27$ | 8 | 2 |
| | | |
| $8.17 < T_d \leq 11.44$ | 28 | 6 |
| | | |
| $92.32 < T_d \leq 130.72$ | 320 | 14 |
| $130.72 < T_d \leq 184.42$ | 452 | 15 |

反之亦然，对于反向接入信道搜索窗口及业务信道搜索窗口的宽度，考虑到由于直放站的引入，为保证移动台能有效接入并保证正常通话，考虑 BTS 中 CE 单元的工作能力，适当调大其宽度。

3、直放站对周围基站的影响

与直放站的使用情况密不可分。如：对于用于室内分布系统的直放站，由于信号的发射均匀分布，且各辐射单元辐射功率小，再加上室内与室外存在一定的隔离，因而对于周围基站的影响可以忽略。有些直放站用于城

郊结合部，用于扩大网络对于郊外的覆盖，被导向的周围可能没有基站，也同样不存在问题。当直放站被用于有几个基站结合处，以解决盲区覆盖时，CDMA 直放站与周围基站之间存在影响。

CDMA 直放站对周围基站的影响主要表现为导频干扰，直放站的加入对于网络而言，相当于使施主基站的覆盖半径扩大，如果覆盖半径超出原网络设计对于该参数的假定，则可能导致导频干扰（也称导频污染）。为便于对问题的分析，下面对 PN 码偏移的选择进行简要描述。

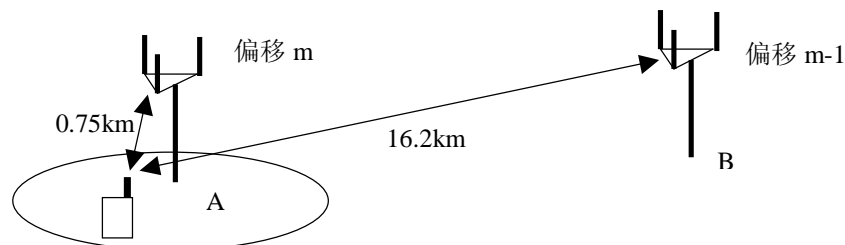
在 IS-95CDMA 蜂窝系统中，每个基站或扇区都要发射一个导频 PIN 码信号，该信号是通过对正弦载波进行 I、Q 正交调制产生的，且调制过程中不加入任何数据调制。每个基站均采用相同的 PN 码，但不同的基站有不同的码相位偏移。CDMA 系统最多有 $M=512$ 个码偏移，其间隔为 $N=64$ 码片。

PN 码的主要作用是：当一个 CDMA 蜂窝移动台开机时，它首先锁定于最强的基站导频信号，并对导频信号的频率和 PN 码相位进行跟踪。由于所有的 CDMA 基站在其导频信号中采用相同的 PN 码，而只是偏移不同，移动台只需要进行一次搜索就可以找到最强的基站信号。由于基站的同步信道与导频信道 PN 码偏移相同，移动台采用已捕获的导频信号以建立同步和系统定时。这样移动台就可以从基站的同步和寻呼信道发送的消息中得到系统控制信息。此时，移动台就属于该基站并受其控制。

PN 码偏移间隔需要大于 64 码片，一般用导频增量因子 PILOT-INC 来说明偏移指数增量 N 的大小：

$$N=64 \times \text{PILOT-INC}$$

这是因为：选取搜索窗大小的问题受到下面因素的影响，即远处基站的时延与本基站的时延差有可能大于 64 个码片，因为对应于 64 个码片延时的距离只有 $64/4.1=15.6\text{km}$ 。



如果移动台与偏移指数为 m 的基站对齐，而另一个偏移指数为 $m-1$ 的基站与该移动台的距离要比前者还要远 15 或 16km，后者基站的导频信号将出现在偏移 m 的搜索窗内。上图说明了这种模糊情况。显然这种情况将导致将 B 点的信号判断为 A，也可能出现来自 B 点的导频信号将看起来 PN 码相同的来自于 A 的导频信号阻塞掉。为避免这种模糊情形，可以小心选取不同基站的偏移，也可以将偏移指数增量加大。

在 IS-95CDMA 蜂窝系统中，偏移增量 N 被严格控制在 64 个码片的整数倍。因此， N 的下界必须向上取到最近的 64 码片的整数倍。例如，当 $21.77R \leq 64$ (即小区半径 R 小于或等于 $64/21.77 \approx 3\text{km}$) 时 N 值的下界应取得 64 个码片。这也就意味着，当基带 SNR 门限 $\rho_0 = 24\text{dB}$ ，传播损耗指数 $\mu = 3$ 时，小区每增加 3km，基站间最小的偏移间隔就要增加 64 个码片。下表给出了偏移量值 N 及相应的小区半径和可用偏移数 $M = \lfloor 32768/N \rfloor$ 之间的关系。

| N | R (km) | M |
|-----|----------|-----|
| 64 | ≤ 3 | 512 |
| 128 | 3~6 | 256 |
| 192 | 6~9 | 170 |
| 256 | 9~12 | 128 |
| 320 | 12~15 | 102 |
| 384 | 15~18 | 85 |
| 448 | 18~21 | 73 |
| 512 | 21~24 | 64 |

这是一种近似处理方法，该方法虽不能使前述的模糊问题完全避免，但可以将远处基站或扇区在发生模糊时产生的干扰限制在一定的范围内。

回到本文讨论的议题，不难发现，如果在加 CDMA 直放站前网络规划对最大小区半径进行了约定，且以此给定偏移间隔，同时直放站的加入使施主基站的等效覆盖半径超出此约定，则有可能会产生导频干扰。

解决该问题的根本方法是重新进行网络参数的设置或调整。也可以用一些工程方法加以解决，如修正或调整天线方向等，或考虑从其它有富裕话务量且信号强度亦达到直放站输入信号的要求基站引入源信号，以改善导频干扰问题。

