

WCDMA 基站和直放站混合组网研究

在 WCDMA 网络建设初期，使用射频直放站（信号源为无线耦合得到的宏蜂窝基站信号）可以降低投资，将基站覆盖范围有效地扩散出去，填充覆盖空洞，提高网络[服务质量](#)。

但是，直放站在将信号放大的同时，也引入了噪声，使得基站接收灵敏度降低，这对于同频自干扰的 WCDMA 系统来说，会明显影响基站的覆盖范围和容量。直放站的引入还可能产生导频污染和其他干扰，恶化整网的性能。下面从网络覆盖、网络容量以及网络质量 3 个方面，分析在 WCDMA 网络中射频直放站的应用。

对网络覆盖的影响

覆盖链路分析

下行施主链路信号强度预算

从图 1 可以看出，对于通过直放站接入系统的用户来说，施主链路只是提供稳定信号的传输通路。因此，[设计](#)原则是施主基站必须处在直放站的视距范围内，保证基站发射信号到达直放站输入前端的电平强度大于-65dBm。工程上施主链路的路径损耗一般用自由空间传播公式来计算： $PL=32.4+201gD+201gF$

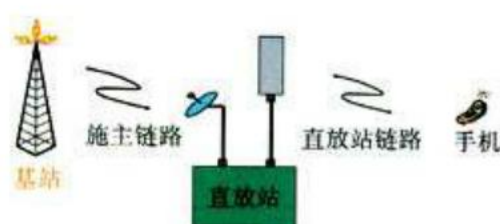


图 1 直放站应用示意图

其中，PL 为传播路径损耗（Pathloss），单位为 dB；D 为小区半径，单位为 m；F 为系统工作频点，单位为 Hz。选用测试场景进行理论计算：频点为 2137.4MHz，施主链路距离为 1.746km，基站馈线损耗为 3dB，直放站馈线损耗为 3dB，基站天线增益为 11dBi，直放站施主天线增益为 18dBi，计算得到允许的路径损耗为 81dBm。施主基站的导频发射功率 2W（33dBm），得到直放站的理论导频接收强度为-48dBm，与实测值-49.6dBm 基本接近。所以，如果以-65dBm 为接收门限，则基站与直放站的间距可达 13km。

直放站下行覆盖链路预算

采用 Okumura_Hata 模型来分析 WCDMA 系统的无线传播：
 $PL=69.55+26.161gF-13.821gH+(44.9-6.551gH) \times \lg D-C(F)$

其中，PL 为传播路径损耗，单位为 dB；F 为系统工作频点，单位为 Hz；D

为小区半径，单位为 m；H 为基站天线高度，单位为 m；C (F) 为地物校正因子，一般取值：

代入模型后，得到以 CS64k 业务为例，基站侧接收灵敏度为 115.3dBm，假定 90%地区覆盖，慢衰落储备为 5.6dB，网络负荷为 50%，干扰储备为 3dB，软切换增益为 5dB，汽车穿透损耗为 8dB，直放站天线增益为 18dBi，馈线损耗为 3dB，直放站总输出功率为 20W，控制信道为 5.2W，话务信道可用功率为 14.8W，则每信道平均发射功率为 $14.8W/6=2.47W=33.9dBm$ ，则 $PL=33.9-5.6-3+5-8+18-3+115.3=152.6dBm$

通过计算得到：城市 D=3km；郊区 D=6.8km；农村 D=25.6km。

直放站上行覆盖链路预算

同样以 CS64k 业务为例，慢衰落储备为 5.6dB，干扰储备为 3dB，软切换增益为 5dB，汽车穿透损耗为 8dB，直放站天线增益为 18dBi，馈线损耗为 3dB，终端发射功率为 24dBm，直放站侧接收灵敏度为 -112.1dBm，则 $PL=24-5.6-3+5-8+18-3+112.1=139.5dB$

通过计算得到：城市 D=1.3km；郊区 D=2.9km；农村 D=10.9km。

覆盖链路测试

在与施主基站有 1.746km 视距处安装射频直放站，在开启与关闭直放站情况下进行覆盖范围的测试。

从图 2 来看，直放站的引入使得施主基站的 CPICH 径向覆盖距离从 1.6km 提升到 3km 左右。本次测试区域应归类于“城市”这一地物类型，表 1 的测试数据说明直放站延伸了 AMR 和 PS128k 两种业务的覆盖范围，但与理论值（1km 左右）还存在差异，这主要是因为直放站的重发天线使用了三扇区的基站天馈，引入 4.7dB 的功率损耗（使用了一个 3 功分器），同时所用的天馈高度也较低，测试信号受到了高架道路的阻挡。若能排除这两个因素的影响，实际的测试值可以达到上行链路覆盖的理论值。



施主基站覆盖



引入直放站后

图 2 施主基站某一径向 CPICHe 示意图

通过覆盖测试论证了“直放站的引入能够延伸无线信号，解决了覆盖空洞问题”，这也是直放站最基本的功能。

对网络容量的影响

在容量测试中设置 3 种场景，如图 3 所示。

表 1 直放站径向延伸业务覆盖距离

业务	扇区号	径向覆盖距离 (m)
AMR	Sector 1	502.37
	Sector 3	445.71
PS128k	Sector 1	270.68
	Sector 3	417.75

基站上行干扰

场景一与场景三比较，当两者容量均达到测试极限值时，后者的 RTWP (ReceivedTotalWidebandPower) 值比前者高出 3.6dB；场景一与场景二比较，当两者均接入 10 部 CS64k 终端时，后者的 RTWP 值比前者高出 4.3dB。可见，直放站的引入将抬升施主基站的上行接收电平值，从而直接影响了施主基站的上行链路容量。如果基站和直放站接入用户比例不当（直放站接入用户过多），基站的 RTWP 值极容易达到 96dBm 的门限值，出现系统容量受限于上行链路的情形，而这种情况的发生，对于系统容量普遍受限于下行发射功率的 WCDMA 网络来说得不偿失。在 3 个场景的测试中，当 RTWP 抬升 3dB 时，系统接入终端数分别为：12 部 CS64k 终端加上 6 部 AMR 终端、12 部 CS64k 终端、10 部 CS64k 终端。因此，直放站对上行链路容量的影响是显而易见的。

基站下行功率

在场景三测试中，当系统接入 10 部 CS64k 终端时，终端的 E_c/I_o 严重恶化，导致施主基站和直放站的下行功率均达到极限，如图 4 所示。

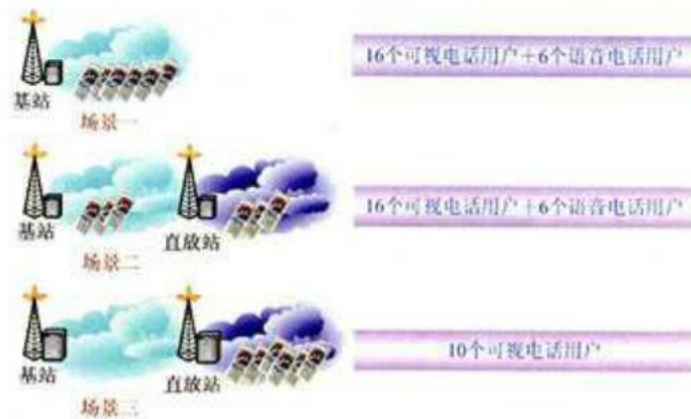


图 3 容量测试场景

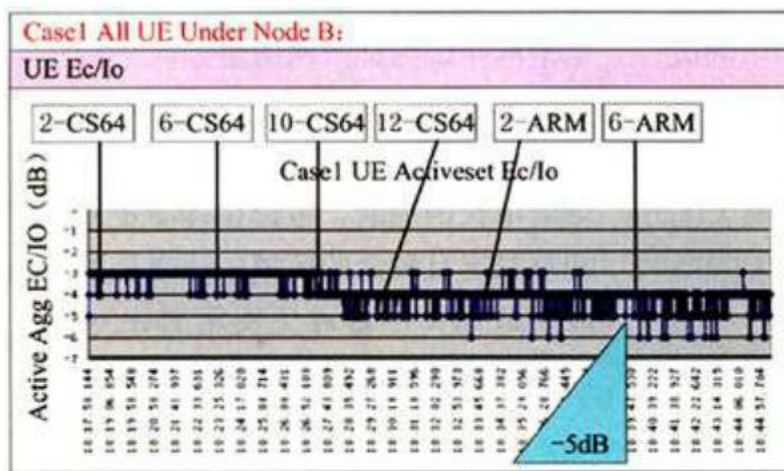


图 4 不同场景下 UEEc/Io 测量值

容量测试验证了“直放站不会给系统带来额外的容量，相反会因为使用不当而降低系统的容量”。因此，建议直放站只在话务密度低的区域使用。但在网络建设初期，由于整网的话务量较低，此时可以通过直放站的使用实现“系统容量搬移”。

对网络质量的影响

通过单用户链路性能、业务拨打成功率与业务建立时间、软切换性能 3 项测试来评估直放站对网络质量的影响。从测试结果看，“直放站的引入，对网络性能指标影响不大”。因此，从网络质量角度来看，在 WCDMA 网络中可以使用射频直放站。

结论

根据外场测试情况，可得出如下结论：

第一，在 WCDMA 网络中可以使用射频直放站，但必须慎用。

第二，重视网络规划并加强网络优化。

第三，建网初期，在话务量较少且增长缓慢地区，可以使用一定数量的射频直放站来缩短网络建设周期。但在后期，应尽量拆除以保证全网质量。

第四，在网络发展期，可依据对 PHS 网络话务量的分析，以及对 WCDMA 业务量增长的判断，考虑在移动业务量保持相对稳定且较低的区域，适当长期使用光纤直放站（尽量避免使用射频直放站）。但必须控制光纤直放站与基站的比例。

总之，基站和直放站的混合组网，一方面将给[运营商](#)带来一定的经济利益，另一方面也会对网络规划与优化提出更高的要求。