

# 智能天线在无线宽带系统中的应用分析

任宏, 王志林, 童斌  
(91245 部队 60 分队, 辽宁 葫芦岛 125001)

**摘要:**从智能天线原理入手, 结合实际应用中的复杂度、使用成本等因素, 重点介绍了智能天线在 McWiLL 系统中的应用, 并详细分析了它的优势和存在的问题。

**关键词:**智能天线; McWiLL 系统; 宽带无线接入; 自主知识产权

**中图分类号:**TN929.52

**文献标识码:**A

## Amplion of smart antennas in wireless broadband systems

REN Hong, WANG Zhi Lin, Tong Bin  
(PLA 91245, Huludao 125001, China)

**Abstract:** In this paper, by intuoducing the principle of smart antennas and the application of the smart antennas in McWiLL system, it is analyzed that how smart antennas improve system resource utilization of the frequency spectrum and its characteristic.

**key words:** smart antenna; McWiLL system; broadband wireless access

随着移动数据用户数量的快速增加, 尤其在人口密度较大的城市地区, 移动业务运营公司和频率资源管理部门将面临频率资源短缺的巨大挑战, 频率资源已经成为制约其继续发展的瓶颈。面对这项挑战, 人们提出了不同的解决方案, 得到比较广泛认可的有两种方法: (1) 移动运营公司调整基础网络的构成, 增加基站数量和小区数量, 这需要相对大的基建投资, 同时带来的干扰问题也比较突出; (2) 扩大频谱带宽, 但需要较高的频率资源成本, 况且频率资源是有限的, 频谱带宽不可能无限扩展。因此, 运营商们对大容量、高带宽、支持固定与移动应用的技术寄予厚望, 并已开始陆续建设地面的实验或商用网络。但各种地面无线网络因为受地理环境、频谱资源、站点高度等因素限制, 至今仍不能满足全覆盖、高带宽的要求。在这种条件下, 基于智能无线技术的无线宽带系统应运而生。此类系统可以大大增加现有无线网络的容量, 且所需的经济成本比较合理。目前智能天线已经在 3G 网络中有所应用。

### 1 智能天线技术

在无线接入系统中, 基站天线将功率辐射至目标用户以外的方向是对功率的浪费, 这些其他方向的辐射还将对其他用户造成干扰。智能天线的概念是其辐射模式不固定, 而是针对具体的用户与现时辐射条件定制, 可以形象地理解为天线阵定制了多个波束指向具体的终端。这将提高功率与频谱的利用效率, 同时提高灵敏度、减弱干扰。

智能天线采用空分多址技术(SCDMA), 利用信号在传输方向上的差别, 将同频率或同时隙、同码道的信号区分开来, 最大限度地利用有限的信道资源。无线基站中的智能天线由天线阵和基于基带数字信号处理技术组成<sup>[1]</sup>。

图 1 描述了一个具有智能天线、工作于 TDD 方式的 CDMA 基站示意图。与传统的没有智能天线的基站比较, 硬件上其射频部分由一个天线阵和一组收发信机组成, 而基带信号处理部分的硬件则基本相同。必须说明的是, 这一组收发信机将使用同一个本振源, 以保证此组收发信机是相干工作的。

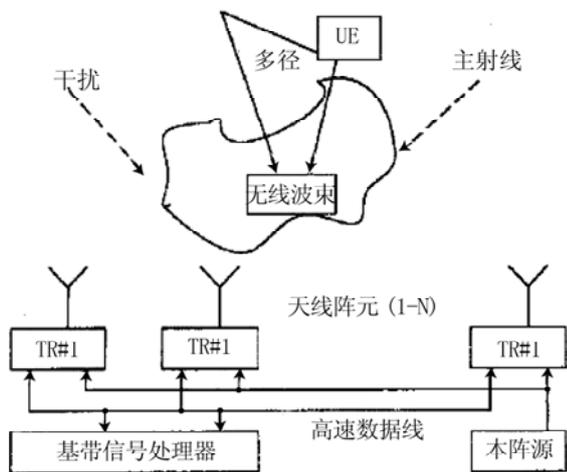


图1 CDMA 基地站的示意图

每个射频收发信机都有 ADC 和 DAC, 将收到的基带模拟信号转换为数字信号; 将待发射的数字信号转换为模拟基带信号。而所有收发数字信号都通过一组高速数字滤波器总线和基带数字信号处理器来连接。

智能天线使用 1 个环形天线阵(以 8 单元为例), 由 8 个完全相同的天线元素均匀地分布在 1 个半径为  $R$  的圆上所组成。智能天线的功能是由天线阵及与其相连接的基带数字信号处理部分共同完成的。该智能天线的仰角方向辐射图形与每个天线元相同。在方位角的方向图由基带处理器控制, 可同时产生多个波束, 按照通信用户的分布, 在  $360^\circ$  的范围内任意赋形。为了消除干扰, 波束赋形时还可以在有干扰的地方设置零点, 该零点处的天线辐射电平要比最大辐射方向低约 40 dB。McWiLL 使用的智能天线当  $N=8$  时, 比无方向性的单振子天线的增益分别大 9 dB(对接收)和 18dB(对发射)。每个振子的增益为 8 dB, 则该天线的最大接收增益为 17 dB, 最大发射增益为 26 dB<sup>[2]</sup>。由于基站智能天线的发射增益要比接收增益大得多, 对于传输非对称的 IP 等数据、下载较大业务信息是非常适合的。

智能天线技术已经成为移动通信中最具有吸引力的技术之一。智能天线采用空分多址(SDMA)技术, 利用信号在传输方向上的差别, 将同频率或同时隙、同码道的信号区分开来, 最大限度地利用有限的信道资源。与无方向性天线相比较, 其上、下行链路的增益大大提高, 降低了发射功率电平, 提高了信噪比, 有效地克服了信道传输衰落的影响<sup>[2]</sup>。同时, 由于天线波瓣直接指向用户, 减小了与本小区内其他用户之间、以及与相邻小区用户之间的干扰, 而且也减少了移动通信信道的多径效应。CDMA 系统是个功率受限系统, 智能天线的应用达到了提高天线增益和减少系统干扰的两大目的, 从而显著地扩大了系统容量, 提高了频谱利用率。

## 2 智能天线在 McWiLL 中的应用

多载波无线信息本地环 McWiLL(Multi-carrier Wire-

less Information Local Loop)宽带无线接入系统是由我国自主研发的新一代宽带无线接入技术, McWiLL 采用国际最先进的码扩正交频分多址(CS-OFDMA)、智能天线、空间零陷、联合检测等无线通信技术, 使其无线性能远远高出现有的宽带无线通信(BWA)技术, 包括 WiFi、微波以及 WiMAX 技术<sup>[1]</sup>。

由于采用了智能天线、同步码分多址、多载波传输、自适应调制等技术, McWiLL 能够提供高速数据传输, 可为用户端 CPE 提供高达 3 Mb/s 的吞吐量。由于采用了动态调制技术, 有利于提高数据传输速率。单基站系统可以提供高达 15 Mb/s 的净数据吞吐量。当采用 3 个  $120^\circ$  扇区天线时, McWiLL 可提供 45 Mb/s 的总系统容量<sup>[2]</sup>。

工作于 1800 MHz 频段的 McWiLL 基站最大覆盖半径可超过 20km, 城区单基站典型覆盖半径可达 1km ~ 3 km。工作于 400MHz 频段的 McWiLL 基站覆盖半径最大可以达到 30 km ~ 50km。

McWiLL 宽带无线接入系统组网如图 2 所示。

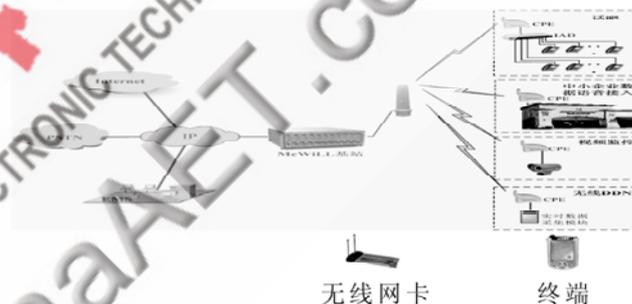


图2 McWiLL 宽带无线接入系统示意图

McWiLL 宽带无线接入系统包括基站、终端设备和网元管理系统 EMS。该系统能够接入目前的 IP 网络, 为终端用户提供高速的 Internet 接入手段。基站属于网络侧部分设备, 它保持与 CPE 的通信。CPE 属于终端用户设备, 它同时保持与基站和 PC 机或便携电脑之间的通信。EMS 是网元管理系统, 主要是配置和监控系统的基站和终端 CPE 等。

McWiLL 系统的智能天线采用阵列天线及时空信号处理技术, 在检测用户空间方位信息的准确性上结合电子地图信息和对瞬时空间方位信息的处理, 更准确地定出用户的空间方位信息。充分利用移动用户的空间方位信息来提高移动通信的传输质量、系统容量, 并利用它真正实现可靠的接力切换<sup>[1]</sup>。

## 3 智能天线对 McWiLL 系统性能的改善

智能天线可以明显改善无线通信 McWiLL 系统的性能, 提高系统的覆盖灵活性。具体体现在下列方面<sup>[2]</sup>。

(1)提高系统频谱利用率及系统覆盖范围。采用智

(下转第 37 页)

(上接第33页)

能天线代替普通天线,提高小区内频谱复用率,可以在不新建或尽量少建基站的基础上增加系统容量,降低运营成本;

(2)迅速解决稠密覆盖区域容量瓶颈。智能天线应能允许任一无线信道与任一波束配对,这样就可按需分配信道,保证呼叫阻塞严重的地区获得较多信道资源,等效于增加了此类地区的无线网络容量;

(3)抑制干扰信号。智能天线对来自各个方向的波束进行空间滤波。它通过对各天线元的激励的调整,优化天线阵列方向图,将零点对准干扰方向,大大提高了阵列的输出信干比,改善了系统质量,提高了系统可靠性。对于基于CDMA编码方式的系统,信干比的提高还意味着系统容量的提高;

(4)抗衰落。高频无线通信的主要问题是信号的衰落,普通全向天线或定向天线都会因衰落使信号失真较大。如果采用智能天线控制接收方向,自适应地构成波束的方向性,可以使得延迟波方向的增益最小,降低信号衰落的影响。智能天线还可用于分集,减少衰落;

(5)实现移动台定位。采用智能天线的基站可以获得接收信号的空间特征矩阵,由此获得信号的功率估值和到达方向。通过此方法,用2个基站就可将用户终端定位到一个较小区域。移动台定位的实现可以使许多与位置有关的新业务得以方便地推出,是加强自身竞争力的必然手段;

(6)成本优势。由于功率放大器的价格随输出功率的上升而指数增长,在McWiLL基站中使用8只低功率功放取代单只昂贵的大功率功放来获得相同的输出功率,使得基站射频成本极具竞争力。

《信息化纵横》2009年第12期

考虑到国内现有不同无线宽带通信的网络现状,目前已经采用的宽带系统WLAN网桥和WiMAX系统、McWiLL等不同的标准和不同的演进道路,智能天线将是下一代无线宽带数据系统采用的重要技术之一<sup>[4]</sup>。

由于智能天线技术的使用,提高了小区的信号质量,减少了邻近小区的干扰,因此也扩大了覆盖范围。而智能天线技术的干扰缓解机制对系统也有改善:由于整体噪声水平的降低,信号功率能够集中于特定的用户终端,基站和用户终端仅仅需要较小的发射功率就能够达到同样的信号质量水平。尽管智能天线技术要求配置多个天线,增加了功率放大器的数量,但功率放大器的发射功率有较大的减少;由于大功率宽带放大器制造工艺复杂,成本高昂,所以使用多个低功率放大器反而大大节约了投资,同时提高了整个功放子系统的可靠性。

综上所述,在第3代移动通信系统建设中,大部分运营商都将采用智能天线技术来提高系统的性能和容量。有充分的理由相信,在无线宽带领域智能天线也必将出现美好的应用前景。

#### 参考文献

- [1] 许刚. McWiLL技术测试及业务发展策略[J]. 电信技术, 2007(7):26-28.
- [2] 胡建武,余建国,余重秀,等. WiMAX与McWiLL技术的分析与比较[J]. 电信工程技术与标准化, 2007(8):26-29.
- [3] 赵志法,康弥. Wi-Fi还是WAPI,WiMAX还是McWiLL?展望未来的军用无线局域网[J]. 现代军事, 2006(5):43-48.
- [4] 江连山. McWiLL技术及其应用[J]. 电信技术, 2007(7):22-24.

(收稿日期: 2009-03-06)