

浅谈第三代移动通信的若干关键技术及发展方向^{*}

董海波

(桂林边防检查站, 广西 桂林 541003)

摘要: 发展第三代移动通信(3G)系统在全球也形成共识, 而第三代移动通信的若干关键技术需要深入的研究, 最后也对移动通信的前景——第四代移动通信系统表示了关注。

关键词: 第三代移动通信(3G); 智能天线; 软件无线电技术; 全 IP 核心网技术

中图分类号: TN914 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) S2-0141-04

1 第三代移动通信(3G)是电信发展的必然趋势

20 世纪 90 年代, 信息技术的数字化、网络化和个性化潮流席卷全球, 全球移动通信以平均超过 100% 的年增长率高速发展。我国移动通信虽起步较晚, 但移动通信所具有的方便灵活的特点以及人们对个人通信急剧膨胀的需求, 使其投入运营以来一直处于飞速发展阶段, 尤其是数字技术(第二代移动通信)的引入和竞争机制的建立, 使我国的移动通信运营自 1987 年以来以平均 80%~150% 的速度超乎寻常的发展, 我国自 1994 年开始建设 GSM 数字移动通信网, 现已成为全球最大的 GSM 网, 目前, 我国移动用户规模居于世界第二位。进入 21 世纪, 在信息爆炸和技术革命的推动下, 移动通信市场将史无前例的增长。

然而, 正是因为如此高的发展速度, 使得频率资源和系统容量日益紧缺。目前的热点地区如深圳等地的话务量已达 800 Erl/km (相当于 4 万用户/km), 而数据业务的引入将进一步增加这些热点地区的业务量, 预计 3~4 年内将高达 2 500~3 000 Erl/km。在未来一段时间内, 即使采用了跳频、多层覆盖等目前最先进的技术, 并且在宏蜂窝最低站距 400 m、微蜂窝最低站距 100 m 等可实现的极限情况下, 仅能提供 1000 Erl/km 左右的容量。如此巨大的差距使得发展第三代移动通信(简称 3G)、开发新频段成为我国发展移动通信的必然趋势。

对第二代移动通信系统(GSM 及 IS-95CDMA)来说, 其主要业务是语音, 并辅以低速数据(9.6 或 14.4 kbps)。随着移动数据业务的发展, 近年提

出的 2.5G 移动通信系统(GPRS)其数据传输率也只是 115 kbps。而在第三代移动通信(3G)系统中, 数据传输率可达到 384 kbps(低速)和 2 Mbps(静态), 并能提供新的可用频谱, 提高频谱效率以及提供新业务(视频流、声频流、电视会议、可视电话等多媒体业务), 从而满足通信业务的多样化和高速化发展的需求。

2 第三代移动通信的关键技术

IMT 2000 移动通信系统是指满足国际电联(ITU)制定标准的 3G 系统, 其主流为 CDMA 技术。3G 以全球通用、系统综合作为基本出发点, 试图建立一个全球的移动综合业务数字网, 提供与固定电信网的业务兼容、质量相当的多种语音和非语音业务; 力求综合蜂窝、无绳、寻呼、集群、移动数据、移动卫星、空中和海上等各种移动通信系统的功能, 用袖珍个人终端作全球漫游, 从而实现个人通信的理想 5W: 保证任何人(whoever)、任何时间(whenever)、在任何地点(whenever)、与任何人(whoever)、实现任何方式(whatever)的交流。

在 3G 系统中, 从提供的业务来说, 初期仍然是以话音为主, 但很快将会以 IP 型数据业务为主。显然, 3G 比 2G 有质的变化。因此, 它也不得不工作于较宽的频带宽度, 其典型带宽为 5 MHz。随着移动通信技术和业务的发展, 将需要更高的数据传输率, 估计 10 年后, 每载波可能要占用 20 MHz 的带宽。而这需要一系列的新技术, 主要是空间接口技术和核心网技术。

2.1 空间接口技术

在空间接口技术, 即无线传输技术方面, 主要的也就是物理层技术, 通过两年多的标准制定和技

^{*} 收稿日期: 2003-09-28

作者简介: 董海波(1969 年生), 男, 助理工程师; E-mail: dhh88@163.net

术产品开发, 从 2000 年 3 月起, 在 ITU-R WP8F 工作组中, 关于如何使用空间接口新技术实现 3G 系统的意见集中在如下技术的使用上。

2.1.1 智能天线技术 使用智能天线来提高 3G 系统的性能现在已经获得各国专家的共识。所谓的智能天线就是: 在基站采用阵列天线自适应地形成多个波束, 分别跟踪多个共享同一信道的用户。接收时, 通过空域滤波抑制同信道干扰, 并将各用户分离; 发射时, 通过多波束形成使期望用户接收的信号功率最大, 对其它位置上非期望用户的干扰最小。由此可见, 智能天线的关键技术是智能化上行接收 (smart uplink) 和智能化下行发射 (smart downlink)。

智能天线提高移动通信系统性能主要表现为: ①提高系统容量及频谱利用率; ②扩大系统的覆盖区域; ③降低基站的发射功率, 节省系统成本, 减少信号间的干扰和电磁环境污染。

智能天线的主要应用: ①信号源定位, 确定阵列到信源的仰角和方向角; ②信源的分离, 确定各个信源发射的信号波形, 各个信源从不同方向到达阵列, 即使它们在时域和频域是叠加的, 也可将这些信号分离; ③信道的估计确定信源与阵列之间的传输信道参数。

智能天线的主要技术问题为: ①波束形成技术, 使阵列方向图的主瓣指向所需的方向; ②零点形成技术, 使天线的零点对准干扰方向; ③空间谱估计, 对空间信号波到达方向的分布进行超分辨的估计。

在 TD-CDMA R1T 中已经使用了智能天线。但现在将它使用在 UTRA TDD 及两种 FDD 系统中, 会出现两个较大的问题: ①基带数字信号处理能力的问题。由于码片速率增加 3 倍, 基带处理能力的增加大约为 9~10 倍; ②是否要修改物理层标准的问题。由于两种 FDD (包括 UTRA TDD) 系统设计时没有考虑到智能天线的应用, 可能要修改其物理层设计。这样, 又出现与早期未使用智能天线的设备兼容的问题。

2.1.2 软件无线电技术 软件无线电的基本概念就是: 软件无线电基于一个硬件平台, 其 A/D 变换应尽量靠近天线, 将数字化由基带移到中频, 对整个系统频带进行采样, 用高速 DSP/CPU 代替传统的专用数字电路与低速 DSP/CPU, 实现数字化以后的一系列处理, 用软件来实现尽可能多的无线通信功能, 从而摆脱硬件系统结构的束缚。软件无线电的灵活性、软件的可重用性均依赖于一个开放的、可扩展的硬件平台。在这种硬件平台结构中,

强调各功能模块的独立划分, 避免各模块之间耦合紧密, 而成为流水线结构。因此, 必须为系统中各功能模块制定一个 (或少数几个) 统一而开放的标准。

1998 年 7 月, 我国向 ITU 提交的第三代移动通信提案 TD-SCDMA 中就采用了软件无线电技术。TD-SCDMA 的基站和移动终端均采用软件无线电结构。发射信号时, 先划分可用的传输信道, 探测传播路径, 进行信道调制, 电子控制发射波束指向正确的方向, 然后选择合适的功率并发射。接收信号时也同样如此。它能划分当前信道和相邻信道的能量分布, 识别输入信号模式, 自适应抵消干扰, 估计所需信号多径的动态特征, 对多径的所需信号进行相干合并和自适应均衡, 对信道调制进行栅格译码, 然后经过 FEC 译码纠正剩余错误。

软件无线电技术在近年受到高度的重视。美国 FCC 甚至发文要求各公司对此技术的应用提供方案。如何用 DSP, 用软件, 在公共硬件平台上解决各种不同制式的空间接口已成为很多美国公司研究的主要课题。可以相信, 在未来的几年内, 依靠传统的专用芯片来制造移动通信无线设备的概念将受到重大打击。而且, 软件无线电不仅用于用户终端, 解决多模手持机的问题, 它还将使用于无线基站。特别是在 3G 技术和标准都还在不断更新的最近几年内, 只有使用软件无线电技术, 才可能使产品跟上技术的发展。

2.1.3 下行高速包交换数据的传输技术 在传输较高速的业务数据时, 通过在一一定的时隙使用较高的调制方式 (8 PSK, 16 QAM, 甚至是 64 QAM) 来进行传输要是一项广泛受到关注的技术。在 TD-SCDMA R1T 中, 已经开始使用 8 PSK 来传输 2 Mbit/s 的业务。去年, 高通公司提出的 HDR 技术, 在 CDMA 2000 1X 中的某时隙使用 16 QAM 传输高速数据, 在 1.25 MHz 的带宽下可能传输 2 Mbit/s 的数据速率。其实质上就是将 TDD 技术使用到 FDD 系统中, 3 GPP 也在研究类似的技术, 来解决 FDD 传输上下行不对称业务的问题。

以上 3 个方面的关键技术, 已经在 ITU-R WP8F 的输出文件中罗列出来, 要求各国进一步提交文稿, 以进一步讨论。此外, 上行同步技术就同步 CDMA 技术、数字频失真技术和接力切换技术等都在各国的研究当中。

2.2 核心网技术

在 1G (模拟) 和 2G 系统中, 主要业务是语音, 其核心网就必然是以交换机为核心的移动交换中心 (MSC)。这个多年形成的概念代进 3G 是完全

很自然的。在制定 3G 核心网标准的初期 (R'99), 仍然是用上述的集中交换的概念, 只不过将交换机由电路交换改成了 ATM。Mobile IP 的概念真正走向前台是在 1999 年下半年。在互联网技术的飞速发展, 以光通信技术为主的网络技术的巨大进步的背景下, 将 3G 的核心网作为国际上互联网的一部分, 用 IP 的概念实现核心网的要求也就要求越来越强烈。进入新世纪, 3GPP2 已经完成了全 IP 核心网 (基于 Mobile IP) 标准初稿的起草; 在 3GPP 内制定 3G 核心网标准的工作已经转到 IP 核心网。在 R'00 中将有一个框架, 完整的标准将在第五版本中完善。

全 IP 网络将各种无线接口标准和接入手段的数据信号通过 IP 网关接入到 Internet, 其业务是传统移动业务和 Internet 业务的结合与延伸, 统称为无线 Internet 服务, 其主要业务是实时多媒体业务。我们可以将接入信号分为三类: ①业务数据; ②信令; ③网络管理数据。不同的信号类型经过 IP 方式打包后传输到不同的目的地: 业务数据送通信对方; 信令送信令处理器; 网络管理数据送到网管服务器。

显然, 全 IP 光接入网具有比无线网络大的很多的带宽, 超大容量的路由器更是具有高速的路由功能, 而且比交换机具有更短的时延和更大的容量。借助全 IP 网络, 可以在网络中使用多用途网络元素和标准网络元素 (如路由器等), 因此可以简化网络设计, 更加有效的共享容量, 由于能使用现有的网络组件, 还可大大降低运营商的投资。而且全 IP 网将使应用开发环境更加灵活, 产品开发和服务生成周期显著缩短, 运营商能更快的把新特性和服务推向市场。另外运营商能以其它网络 (如企业 VPN) 连接, 从而起到协调移动网络核心与其它服务的作用。

3 第三代移动通信的发展方向和第四代移动通信的展望

无线电频率的发展趋势从窄带到宽带, 且由一系列的标准来满足不同应用的需求。许多可能的技术 (如宽带码分多址接入、软件无线电、智能天线和数字处理器件) 将极大地改善 3G 系统地频带有效性。在移动网络领域, 其发展趋势是从传统的电路交换系统走向信包交换的可编程网络, 它将综合语音及数据信包服务, 并将明显的演进到全 IP 的网络。再者, 伴随着无线移动定位技术的发展, 无线移动 Internet 可望对服务产生革命性的影响, 它将为用户在确定的地点和确定的时间提供服务。无

线移动通信不仅是已建成的有线网络的补充, 更将成为其强劲的对手。可以说, 未来的移动通信将不仅是移动通信, 它将成为我们生活的一部分。我国提出的 TD SCDMA 无线传输技术标准, 是唯一明确使用智能天线技术和软件无线电技术的标准。某种程度代表了国际上移动通信无线传输技术的发展方向。

随着 3G 的发展和完善, 在第四代移动通信中考虑的业务完全是不对称的、高速率的多媒体业务, 数据传输率将达到 10 Mbit/s, 甚至是 100 Mbit/s。如此高的速率, 仅仅靠提高每载波的带宽而不采用新的技术是不可能实现的。对下一代的无线传输技术的研究, 目前 ITU 还没涉及, 但国外的一些大学和公司已着手开展。主要有以下几个方向:

①TDD 双工方式: 针对在支持不对称 IP 型业务上具有先天优势的 TDD 双工方式的研究;

②智能天线: 从两方面解决算法的复杂性和实时处理能力之间的矛盾, 从算法上探索更有效的算法, 从微电子的方面则是增加处理能力;

③软件无线电技术: 普遍认为, 10 年内所有的无线产品都使用软件无线电技术, 即在一个统一的硬件平台上, 用不同的软件来满足的系统要求, 各种标准或 TDD 和 FDD 双工方式的差别只是软件上的差别;

④扩频编码技术: 国际上的重点研究是多维编码技术, 用它来取代现有 CDMA 系统中的 walsh 码, 提高编码效率, 提高 CDMA 系统容量。总的来说, 移动通信技术研究的核心仍然是无线接入技术, 即物理层技术。

4G 移动在增加数目的综合的、不同的、异类的无线移动与接入平台和网络上, 将提供无缝高数据率的无线服务, 并运行于跨越多个频带、这一服务能自适应多个无线标准及多模终端能力, 以及延迟的敏感和不敏感的应用于可变带宽的无线信道, 跨越多个运营者和服务, 提供大范围, 具有完全的用户控制服务质量水平。

参考文献:

- [1] ITU-RM. 1457: Detailed Specifications of the Radio interface of IMT-2000. 2000, 5.
- [2] ITU-RM. 1455: Key Characteristics for the IMT-2000 TDD Mode Radio interfaces. 2000, 5.
- [3] ITU-R WP8F/TEMP/65-E, informative Attachment 4: Enabling Technologies and Applications for System Beyond IMT-2000. 2000, 10.
- [4] 潘涛, 林家儒. 智能天线技术在 TD SCDMA 中应用 [J]. 电信快报, 2002(4).

[5] 单文涛, 范平志. 我国新一代移动通信体制问题及若干对策[J]. 电信技术, 2002(1).

[6] 李承恕. 关于第四代移动通信的思考与探索[J]. 电信快报, 2001(4).

[7] 杨悦, 林玉兰. 软件无线电技术在第三代移动通信中的新进程[J]. 电信快报, 2001(11).

[8] 诺基亚论坛. 向全 IP 世界演进[J]. 电信快报, 2001(6).

Discussing About Some Key Technology and
Developmental Direction of the 3th Generation Mobile Communication

DONG Hai bo

(Guilin Frontier Defense and Inspection Station, Guilin 541003, Guangxi, China)

Abstract: There comes into being self-identify of the development of the 3th generation mobile communication (3G) system around the world, and some key technology of the 3G need researching deeply, lastly focusing on the foreground of mobile communication, the fourth generation mobile communication.

Key words: the 3th generation mobile communication; intelligent antenna; software of wireless technology; technology of whole IP core net