

1 引言

CDMA (Code Division Multiple Access 码分多址) 是近年来被应用于商业的一种数字接口技术。他拥有频率利用率高、手机功耗低等优点。CDMA 手机是指基于 CDMA 网络的移动通信终端。目前, 19 家企业被批准有资格生产 CDMA 终端产品。

CDMA 手机除了能够提供 GSM 手机的通话功能和信息服务外, 还具有高速无线数据传输和多媒体功能。能提供的服务主要有:

- (1) 基本增值服务, 如呼叫转移、信息提示等。
- (2) 语音邮件服务, 如邮件、传真、新闻等语音信息。
- (3) 短信息服务, 如天气、交通、证券、广告等。
- (4) 无线智能网服务, 如虚拟网络、个人号码识别等。
- (5) 无线互联网服务, 如网络浏览、电子商务、电子邮箱、网络游戏等。

2 CDMA 所具有的优点

与 GSM 手机相比, CDMA 手机具有以下优点:

- (1) CDMA 手机发射功率小 (2 mw)。
- (2) CDMA 手机采用先进的切换技术——软切换技术 (即切换是先接续好后再中断), 使得 CDMA 手机的通话可与固定电话媲美, 而且不会有 GSM 手机的掉线现象。
- (3) 使用 CDMA 网络, 运营商的投资相对减少, 这就为 CDMA 手机资费的下调预留了空间。
- (4) 因采用以拓频通信为基础的一种调制和多址通信方式, 其容量比模拟技术高 10 倍, 超过 GSM 网络约 4 倍。
- (5) 基于宽带技术的 CDMA 使得移动通信中视频应用成为可能, 从而使手机从只能打电话和发送短信息等狭窄的服务中走向宽带多媒体应用。

在第三代移动通信的无线接口国际提案中, WCDMA 和 CDMA2000 都是极为重要的技术。这两种宽带 CDMA 方案, 除了码片速率、同步方式、导频方式等有所不同外, 其他如功率、软切换等基本技术并无大的区别。

CDMA One 是基于 IS-95 标准的各种 CDMA 产品的总称, 即所有基于 CDMAOne 技术的产品, 其核心技术均以 IS-95 作为标准。CDMA2000 是美国向 ITU 提出的第三代移动通信空中接口标准的建议, 是 IS-95 标准向第三代演进的技术体制方案, 这是一种宽带 CDMA 技术。CDMA2000 室内最高数据速率为 2 Mb / s 以上, 步行环境时为 384 kb / s, 车载环境时为 144 kb / s 以上。

CDMA2000-1X 原意是指 CDMA2000 的第一阶段 (速率高于 IS-95, 低于 2 Mb / s), 可支持 308 kb / s 的数据传输, 网络部分引入分组交换, 可支持移动 IP 业务。

CDMA2000-1X EV 是在 CDMA2000-1X 基础上进一步提高速率的增强体制, 采用高速率数据 (HDR) 技术, 能在 1.25 MHz (同 CDMA2000-1X 带宽) 内提供 2 M / s 以上的数据业务, 是 CDMA2000-1X 的边缘技术。3GPP 已开始制订 CDMA2000-1X EV 的技术标准, 其中用高通公司技术的称为 HDR。

与 CDMAOne 相比, CDMA2000 有下列技术特点: 多种信道带宽, 前向链路上支持多载波和直扩两种方式; 反向链路仅支持直扩方式; 可以更加有效地使用无线资源; 可实现系统平滑过渡; 核心网协议可使用 IS-41, GSM-MAP 以及 IP 骨干网标准; 前向发送分集; 快速前向功率控制; 使用 Turbo 码; 辅助导频信道; 灵活帧长; 反向链路相干解调; 可选择较长的交织器。CDMA2000 - 1X 采用扩频速率为 SR1, 即指前向信道和反向信道均用码片速率 1.228 8 Mb / s 的单载波直接序列扩频方式。因此他可以方便地与 IS-95(A/B) 后向兼容, 实现平滑过渡。运营商可在某些需求高速数据业务而导致容量不够的蜂窝上, 用相同载波部署 CDMA2000-1X 系统, 从而减少了用户和运营商的投资。由于

CDMA2000-1X 采用了反向相干解调、快速前向功控、发送分集、Turbo 编码等新技术，其容量比 IS-95 大为提高。在相同条件下，对普通话音业务而言，容量大致为 IS-95 系统的两倍。

3 CDMA 关键技术所在

CDMA2000-1X 关键技术包括以下几个方面。

(1) 前向快速功率控制技术 CDMA2000 采用快速功率控制方法。即移动台测量收到业务信道的 E_b/N_t ，并与门限值比较，根据比较结果，向基站发出调整基站发射功率的指令，功率控制速率可以达到 800 b/s。由于使用快速功率控制，可以达到减少基站发射功率、减少总干扰电平，从而降低移动台信噪比要求，最终可以增大系统容量。

(2) 前向快速寻呼信道技术 此技术有 2 个用途。一是寻呼或睡眠状态的选择。因基站使用快速寻呼信道向移动台发出指令，决定移动台是处于监听寻呼信道还是处于低功耗的睡眠状态，这样移动台便不必长时间连续监听前向寻呼信道，可减少移动台激活时间和节省移动台功耗。二是配置改变。通过前向快速寻呼信道，基地台向移动台发出最近几分钟内的系统参数消息，使移动台根据此新消息作相应设置处理。

(3) 前向链路发射分集技术 CDMA2000-1X 采用直接扩频发射分集技术，有 2 种方式：一种是正交发射分集方式，方法是先分离数据流再用不同的正交 Walsh 码对 2 个数据流进行扩频，并通过 2 个发射天线发射。另一种是空时扩展分集方式，使用空间两根分离天线发射已交织的数据，使用相同原始 Walsh 码信道。使用前向链路发射分集技术可以减少发射功率，抗瑞利衰落，增大系统容量。

(4) 反向相干解调 基站利用反向导频信道发出扩频信号捕获移动台的发射信号，再用梳状 (Rake) 接收机实现相干解调，与 IS-95 采用非相干解调相比，提高了反向链路性能，降低了移动台发射功率，提高了系统容量。

(5) 连续的反向空中接口波形 在反向链路中，数据采用连续导频，使信道上数据波形连续，此措施可减少外界电磁干扰，改善搜索性能，支持前向功率快速控制以及反向功率控制连续监控。

(6) Turbo 码使用 Turbo 码具有优异的纠错性能，适于高速率对译码时延要求不高的数据传输业务，并可降低对发射功率的要求、增加系统容量，在 CDMA2000-1X 中 Turbo 码仅用于前向补充信道和反向补充信道。Turbo 编码器由 2 个 RSC 编码器（卷积码的一种）交织器和删除器组成。每个 RSC 编码器有两路校验位输出，2 个输出经删除复用后形成 Turbo 码。Turbo 译码器由 2 个软输入、软输出的译码器、交织器、去交织器构成，经对输入信号交替译码、软输出多轮译码、过零判决后得到译码输出。

(7) 灵活的帧长 与 IS-95 不同，CDMA2000-1X 支持 5 ms，10 ms，20 ms，40 ms，80 ms 和 160 ms 多种帧长，不同类型信道分别支持不同帧长。前向基本信道、前向专用控制信道、反向基本信道、反向专用控制信道采用 5 ms 或 20 ms 帧，前向补充信道、反向补充信道采用 20 ms，40 ms 或 80 ms 帧，话音信道采用 20 ms 帧。较短帧可以减少时延，但解调性能较低；较长帧可降低对发射功率的要求。

(8) 增强的媒体接入控制功能 媒体接入控制子层控制多种业务接入物理层，保证多媒体业务的实现。他实现话音、分组数据和电路数据业务同时处理，提供发送、复用和 QoS 控制，提供接入程序。与 IS-95 相比，他可以满足更高宽带和更多业务的要求。CDMA1X 网络的关键设备，分组数据服务节点 (PDSN)、鉴权、授权、计费服务器 (AAA)、本地代理 (HA) 是 CDMA1X 系统支持分组数据业务的关键设备，为此对他们进行专门的介绍。PDSN 是连接无线网络和分组数据网的接入网关，为移动 Internet / Intranet 用户提供分组数据接入服务。除了使点到点协议 (PPP) 封装的 IP 包能在无线网络和 IP 网络间正确传输外，PDSN 还与其他各种接入服务商的 IP 分组网络连接，从而为终端用户提供诸如互联

网接入、电子商务、WAP 应用等多种业务。PDSN 同时还完成 AAA 服务器所需的合并的分组会话计费数据和无线会话计费数据搜集功能，并且支持移动 IP 的外部代理（FA）和用户设备的 85 认证功能，同时还能提供代理移动 IP 业务，满足终端用户丰富多彩的移动互联网业务需求。

AAA 服务器完成的功能有：用户注册信息的认证，即通过验证一些预先登记的信息来提供用户身份认证；数据业务的授权，即决定是否授权移动用户访问特定的网络资源；计费信息的处理，即搜集资源使用信息，用于进行计费、审计、成本分配或趋势分析等。此外，他还须实现与 PDSN，HA 及其他 AAA 服务器的交互功能，向移动用户提供分组数据业务。AAA 服务器具有下列特征：使用 RADIUS 协议，支持大规模的外部漫游业务，代理 RADIUS 能向外部的 RADIUS 服务器提供可靠的代理 AAA 功能；通过目录支持功能和程序化的配置接口，完成配置、计费和其他业务管理部件的集成，从而降低运营成本和加快业务推出速度；通过支持集中化的 IP 地址分配和对跨多地理区域接入设备会话的限制，高效使用管理资源。

只有使用“移动 IP”时才需要 HA。作为一个独立的网络单元，HA 用来完成对移动 IP 和代理移动 IP 用户的移动性管理功能。HA 通过移动终端登记来定位移动用户，同时把分组数据转发到用户当前所登记的 FA（位于 PDSN 内）。HA 同时支持动态的 IP 地址分配和反向隧道。HA 具有冗余备份功能，可由一个 HA 替代另一个 HA。这样，新的 HA 可以用原有 IP 地址和转换地址维护关联表，保证移动关联表处于同步状态。此外，这种方式还能保证解决方案的可用性和可扩展性。

近一段时间以来，联通开始大举推广 CDMA1X 网络，并明确宣称将把重心放在无线互联的移动数据业务上。而目前，无线局域网成熟的标准可达到 11 Mb/s 的速率，新的标准最高达 54 Mb/s 的速率，这对移动用户具有非常大的吸引力。

早在 2003 年 4 月的博鳌亚洲论坛首届年会上，海南联通在当地建了 3 个 CDMA1X 的基站，并向前来采访年会的记者分发了近 300 张的无线上网卡，CDMA 1X + WLAN 方案的数据业务更是引起了广泛关注。按照设想，海南联通甚至要为沿海渔民以及钻井平台上的工作人员提供包括天气预报等在内的移动数据服务。

WLAN 这种早已被电信网通普遍采纳的无线接入技术，一经与 CDMA1X 融合，就显示出其独特的魅力。一般说来，虽然 WLAN 可以提供高速的数据业务，但 WLAN 却缺少对用户进行鉴权与计费的成熟机制，而且无线局域网的覆盖范围较小，一般都在热点地区，用户使用受到地点的限制。而 CDMA1X 网络经过了几十年的研究与实验，不仅有成熟鉴权与计费机制，并且具有覆盖广的特点。CDMA1X 网络可以利用 WLAN 高速数据传输的特点以弥补自己数据传输速率受限的不足，而无线局域网不仅充分利用了 CDMA1X 网络完善的鉴权与计费机制，而且可结合 CDMA1X 网络覆盖广的特点，进行多接入切换功能。这样就可实现 WLAN 用户与 CDMA1X 用户统一的管理。

为了获得无线局域网提供的数据业务，终端必须处于无线局域网的信号覆盖范围内，即首先要连接到 AP。当终端发起数据业务的呼叫时，先在 APGW 和 PDSN 之间建立 RP 连接，然后到 PDSN 进行分组网络的注册，才可进行数据业务，其具体连接过程如下：

（1）终端在 WLAN 网络系统中检测 WLAN 的信号，并连接到 AP。

（2）当终端有数据业务的需求时，发起连接请求，在 AP / APGW 收到连接消息后，APGW 向 PDSN 发送 Au 注册请求消息。若注册请求消息有效，则 PDSN 通过返回带接收指示的 Au 注册应答消息接收该连接，PDSN 和 APGW 均产生关于 A10 连接的绑定记录。

（3）终端和 PDSN 建立 PPP 的连接，在建立 PPP 连接的过程中，如果是 Simple IP 用户，PDSN 会分配给终端一个 IP 地址（对 Mobile Ip 用户，还需进行 MIP 的注册）。

（4）PPP 连接建立成功，终端可以通过 GRE 帧在 A10 连接上发送或接收数据。

(5) 在 Au 注册生存期超过前, APGW 发送 Au 注册请求消息以更新 A10 连接的注册。Au 注册请求消息也用于向 PDSN 传送与计费相关的信息以及其他信息, 这些信息在系统定义的触发点上传送。

(6) 对于有效的注册请求, PDSN 返回带接受指示和生存期值的 A11 注册应答消息。PDSN 和 APGW 均更新 A10 连接的绑定记录。PDSN 在返回注册应答消息之前保存与计费相关的信息 (如果收到的话) 用于进一步处理。

(7) 如果用户或 PDSN 终止数据业务, 则 PDSN 将终止和用户 PPP 连接, 并拆除与 APGW 的 RP 连接。

WLAN 网络, 其中无线接入点 (Access Point, AP) 是无线终端接入固定电信网的连接设备, 为用户提供无线接入功能, 可提供语音和数据的接入服务。AP 完成简单的对无线用户的管理和对无线信道的动态分配, 并完成 802.11 与 802.3 协议的转换, 经过 AP 转换后的数据包是以太网包。

接入点网关 (Access Point Gateway, APGW) 是将 AP 转换出的以太网数据包封装成 IP 包, 并发送到 PDSN 的设备。一般 PDSN 设备放置的位置与无线网络侧设备 AP、APGW 离得比较远, 要实现 PDSN 接入网关的作用经常需要将 AP 转换的二层数据包穿越三层网络以到达 PDSN。因此, APGW 功能实体就是为了完成此功能的转换设备。

参考文献

- [1] Tero Ojanpera. 宽带 CDMA: 第三代移动通信技术 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [2] 杨大成. CDMA2000 技术 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.
- [3] 杨大成. CDMA2000 1x 移动通信系统 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [4] Karim M R, Mohsen Sarraf. 3G 移动网——WCDMA 和 Cdma2000 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [5] 王文博. 时分双工 CDMA 移动通信技术 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.