

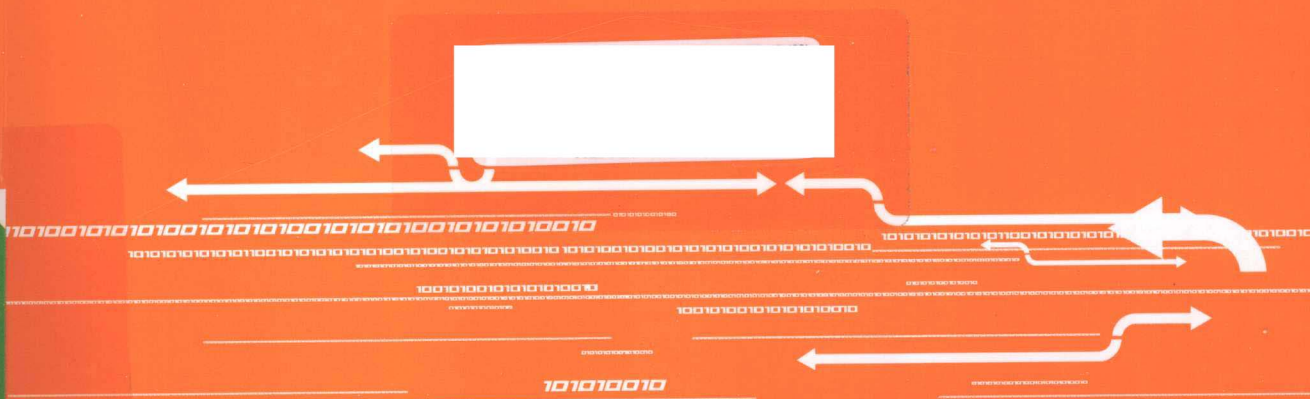
cdma2000 技术丛书

EV-DO系统空中接口技术
EV-DO系统主要流程
EV-DO系统性能分析
EV-DO无线网络优化
EV-DO Rev.B及其技术演进

cdma2000 1x EV-DO

系统、接口与无线网络优化

赵强 编著



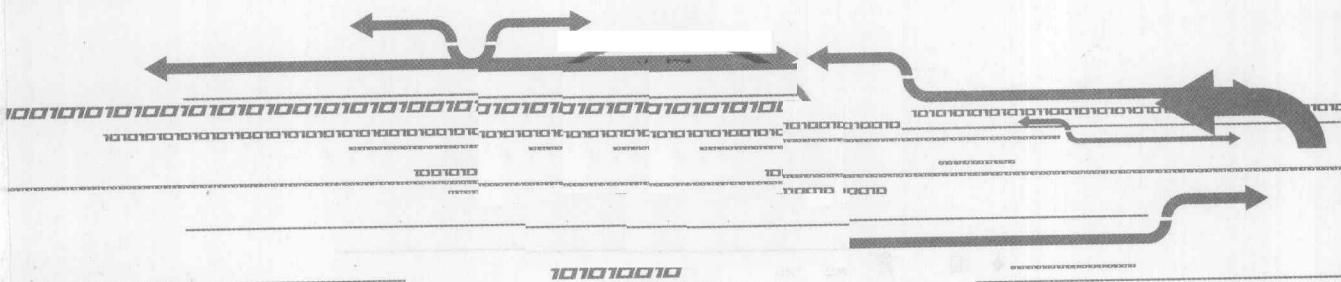
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

cdma2000 技术丛书

cdma2000 1x EV-DO

系统、接口与无线网络优化

赵强 编著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

cdma2000 1x EV-DO系统、接口与无线网络优化 / 赵强编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2013.7
(cdma2000技术丛书)
ISBN 978-7-115-32070-4

I. ①c… II. ①赵… III. ①宽带CDMA—通信系统—最佳化 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第125729号

内 容 提 要

本书从 EV-DO 的各种技术版本开始讨论, 以实际与理论相结合的方式阐述了 EV-DO 的各种技术优化手段, 不仅详细讲解了切换、掉线、接入及前反向吞吐量等一般性优化, 还涉及目前比较热门的智能终端的影响的优化、高速铁路的优化以及针对业务方面的优化等。

本书共 7 章, 通过探讨 EV-DO 网络系统的技术特点, 结合中国电信现网情况, 就 EV-DO 系统的组网结构进行了详细阐述。同时, 作者通过大量实践工作经验的总结, 对目前 EV-DO 网络中存在的问题提出了优化思路 and 理念, 对 EV-DO 网络规划与优化的流程、要点等内容进行了探究, 并给出了丰富的实际案例。

本书可供通信运营企业、设备生产厂家技术人员及网络优化工程师、在校学生等参考学习。

-
- ◆ 编 著 赵 强
责任编辑 杨 凌
责任印制 彭志环 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5 2013 年 7 月第 1 版
字数: 402 千字 2013 年 7 月北京第 1 次印刷
-

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前 言

在 3G 移动数据业务最早推出之时,真正可用的应用只有游戏、电子邮件和互联网浏览——通过手机的浏览器,或者是通过附带上网卡的笔记本电脑。随着智能手机市场呈现出爆炸性的增长,我们知道其背后的原因是如今的智能手机和平板电脑具有许多有吸引力的特性。同时,网络技术的演进也使我们能够做之前难以想象的事情;各种各样的应用越来越流行;数据费率计划(套餐)倾向于鼓励高使用量,尽管国内外运营商已经开始设定使用量上限。虽然我们充分地认识到了移动数据流量在快速增长,但还需要识别出这些增长来自何处、什么时候会导致网络负载过重,以及如何最好地应对整个网络和网络的某些区域对语音、数据和信令流量的需求。

EV-DO 技术是一种提供高速分组数据业务的无线通信技术。随着 3G 时代的到来, EV-DO 技术得到迅猛发展。据 CDG 统计,截止到 2012 年 1 月 30 日,全球 1x EV-DO Rev.0、Rev.A、Rev.B 商用网络数目分别为 122、137 和 9 个。目前, EV-DO 网络建设所采用的版本主要为 Rev.A,随着 EV-DO 用户数高速增长及各种新型业务不断涌现,对现有网络性能提出了越来越高的要求。为满足这些需求,近年来业界对 1x EV-DO 技术不断进行优化、改进,提出了多载波 EV-DO Rev.B 和 1x EV-DO 增强技术。

第一个多载波 EV-DO 网络于 2010 年 1 月由印度尼西亚的 Smart Telecom 推出,早于业界第一个双载波 HSPA 网络。随后,巴基斯坦通信有限公司(PTCL)和日本的 KDDI 公司也推出了多载波 EV-DO 网络。KDDI 推出 EV-DO Rev.B 网络非常引人注目,因为其现有用户总数超过 3200 万,并且推出了几款新的 EV-DO Rev.B 手机。目前,中国、印度、俄罗斯及非洲、东南亚、欧洲的一些大型 cdma2000 运营商有望跟随 KDDI 的脚步部署 EV-DO Rev.B 网络。根据 CDG 的调查,有 18 家运营商已经或者正在计划部署多载波 EV-DO Rev.B,另有 4 家制造商的 7 款 EV-DO Rev.B 终端已经上市。与 EV-DO Rev.A 相比,Rev.B 的协议栈在整体上没有太大改动,它是一个多载波系统,前反向可同时存在多个载波并共享基站发射功率,因而其上下行速率均得到了极大提升:下行峰值速率可达到 9.3Mbit/s,上行峰值速率可达到 5.4Mbit/s。在 EV-DO Rev.B 应用的第二阶段,可以通过硬件升级(更换信道板)的方式,使下行速率提高到 14Mbit/s,这能够充分满足各种高带宽业务应用的需求。

EV-DO 增强技术是 EV-DO 的后续演进技术,主要包括网络负载均衡、多用户寻呼、分布式网络调度、智能载波管理、单载波多链路等技术。EV-DO 增强技术需要标准化的内容较少,只有 3 个功能需要标准化,并且相应的工作量非常小;商用部署时只需要简单软件升级现有 Rev.A/B 系统即可实现这些功能。EV-DO 智能网络技术生态链日趋成熟。目前, 3GPP2 已经颁布 1x EV-DO 增强技术(Rev.C) 2.0 标准;国内标准化组织 CCSA 已经完成研究报告,正准备制定行业标准;产品研发方面,各 CDMA 厂商已经开发出 EV-DO 增强技术的多数功能。

随着中国电信移动用户数量的不断增长,网络规模的不断扩大,如何行之有效地管理和使用 EV-DO 无线资源已成为运营商非常迫切的问题之一。踏着中国电信 CDMA 网络发展快节奏的步伐, EV-DO 业务已经成为业务发展的崭新亮点,与此同时,不管是运营商还是中国

目 录

第 1 章 EV-DO 系统概述及其关键技术	1
1.1 EV-DO 系统概述	1
1.2 EV-DO 系统协议栈	4
1.2.1 EV-DO 网络架构	4
1.2.2 EV-DO 空口协议	6
1.2.3 EV-DO 系统端到端协议	8
1.2.4 EV-DO Rev.B 空口协议	10
1.3 EV-DO 系统关键技术	10
1.3.1 自适应编码调制技术	12
1.3.2 HARQ 技术	14
1.3.3 智能调度算法	19
1.3.4 速率控制技术	21
1.3.5 多流分组应用	31
1.3.6 反向链路功控	32
1.3.7 前向链路功率分配	34
1.3.8 EV-DO 虚拟软切换	35
1.3.9 1x 和 EV-DO 系统间互操作	38
1.3.10 QoS 机制	39
1.3.11 高容量和低时延模式	44
1.3.12 多用户分组数据	46
1.3.13 多载波组网	47
第 2 章 EV-DO 系统空中接口技术	51
2.1 EV-DO 系统空中接口介绍	51
2.1.1 EV-DO 系统协议结构	51
2.1.2 EV-DO 物理层信道结构	52
2.1.3 时隙结构	53
2.2 前向链路信道	53
2.2.1 前向业务信道	54
2.2.2 前向控制信道	58
2.2.3 导频信道	60
2.2.4 前向 MAC 信道	61
2.3 反向链路信道	64
2.3.1 反向业务信道	68
2.3.2 接入信道	74
2.4 物理层过程	75

2.4.1 开机过程	75
2.4.2 接入过程	77
2.4.3 休眠过程	78
第3章 可视电话及 VoIP 在 EV-DO 系统中的实现	79
3.1 网络结构	79
3.2 协议栈结构	80
3.3 可视电话/VoIP 数据分组分析	81
3.4 可视电话/VoIP 时延性能分析	82
第4章 EV-DO 系统主要流程	85
4.1 会话流程	89
4.1.1 会话建立流程	89
4.1.2 会话维持流程	90
4.1.3 会话关闭流程	90
4.2 连接流程	92
4.2.1 AT 发起连接建立流程	92
4.2.2 AT 发起连接重激活流程	93
4.2.3 PDSN 发起连接重激活流程	94
4.2.4 连接释放流程	95
4.3 配置协商流程	97
4.3.1 基本概念	97
4.3.2 常见配置协商参数	98
4.4 切换流程	99
4.4.1 软切换/更软切换流程	99
4.4.2 AN 间的休眠状态切换流程	102
4.4.3 1x 与 EV-DO 网络的休眠状态切换流程	103
4.5 其他流程	104
4.5.1 接入鉴权	104
4.5.2 位置更新	105
4.6 控制信道的周期性消息	106
4.6.1 同步消息	106
4.6.2 小区参数消息	107
4.6.3 快速配置消息	108
4.6.4 接入参数消息	109
第5章 EV-DO 系统性能分析	111
5.1 时延	113
5.1.1 AT/AN 发起数据连接建立时间	114
5.1.2 AT/AN 发起重激活时间	116
5.1.3 基站间切换时延	117
5.1.4 AN 切换时间	117

5.1.5 业务时延与抖动	118
5.2 前向链路性能分析	122
5.2.1 前向链路预算	122
5.2.2 前向容量	127
5.2.3 前向控制信道容量	132
5.3 反向链路性能分析	134
5.3.1 反向链路性能的影响因素	134
5.3.2 RoT	135
5.3.3 反向速率的选取	139
5.3.4 反向链路预算	145
5.3.5 反向容量	152
5.3.6 反向链路的干扰消除	158
5.3.7 反向接入信道容量	161
5.4 EAC/EIS/ECC 性能	162
5.4.1 增强的接入信道性能	162
5.4.2 增强的空闲状态性能	163
5.4.3 增强的控制信道性能	166
5.5 切换	166
5.6 TCP over EV-DO	169
5.6.1 TCP 机制	169
5.6.2 TCP/IP 参数设置	171
5.7 高速场景下 EV-DO 性能分析	173
5.7.1 高速场景下的无线环境分析	173
5.7.2 DRC 与 C/I 的关系	175
5.7.3 高速场景 PER 余量的计取	176
5.7.4 高速场景下路测分析	177
5.8 可视电话性能分析	178
5.9 外场测试分析要点	182
5.10 主要问题分析	183
5.10.1 连接建立失败	183
5.10.2 掉线	185
5.10.3 前反向吞吐量	189
5.10.4 软切换成功率	195
5.10.5 数据业务量	195
5.10.6 反向 RSSI	196
5.10.7 影响指标的其他原因	196
第 6 章 EV-DO 无线网络优化	202
6.1 EV-DO 与 1x 无线网络优化的区别	203
6.1.1 EV-DO 与 1x 无线网络优化的相似处	204

6.1.2	EV-DO 与 1x 无线网络优化的差异	204
6.1.3	SINR 与 E_c/I_0	204
6.2	EV-DO 专题优化	210
6.2.1	EV-DO 的导频集优化	210
6.2.2	邻区优化	211
6.2.3	接入与寻呼优化	212
6.2.4	反向切换掉线优化	214
6.2.5	覆盖优化	215
6.2.6	速率优化	217
6.2.7	时延优化	218
6.2.8	TCP/PPP/RLP 优化	219
6.2.9	高速场景优化	222
6.2.10	针对智能终端的优化	223
第 7 章	EV-DO Rev.B 及其技术演进	232
7.1	EV-DO Rev.B 技术	232
7.1.1	EV-DO Rev.B 空口关键技术	234
7.1.2	EV-DO Rev.B 的前、反向速率	235
7.2	EV-DO Rev.B 网络性能	237
7.3	EV-DO 增强技术	238
7.3.1	EV-DO 增强技术简介	238
7.3.2	智能网络性能与实现	240
7.3.3	增强连接管理性能	245
7.3.4	高级拓扑网络	247
7.3.5	终端增强	248
缩略语		251
参考文献		255

第 1 章 EV-DO系统概述及其关键技术

1.1 EV-DO 系统概述

20 世纪 90 年代后期,随着无线接入到互联网需求的增长,对无线分组数据业务的需求也随之增长。以无线局域网为代表的无线接入技术虽然能提供较高的带宽,但是在安全性、计费和覆盖等方面的局限性,限制了它们的广泛应用。蜂窝移动通信 2G 网络覆盖广,具有良好的计费体系和安全架构,能够提供良好的移动话音业务,但是移动通信网络的无线接入速率低,严重滞缓移动分组数据业务应用,尤其是高速数据业务应用。有鉴于此,美国高通公司(Qualcomm)于 1996 年专门针对分组数据业务开发了 HDR(High Data Rate)技术,2000 年 10 月被美国 TIA/EIA 协会接受为 IS-856-0 标准(Rev.0)发布。该技术是基于 cdma2000 1x 的演进版本,又称为 HRPD(High Rate Packet Data)或 1x EV-DO Rev.0(以下简称 Rev.0)。

1x EV-DO 与 cdma2000 1x 系统所采用的射频带宽和码片速率完全相同,并能后向兼容 cdma2000 1x(以下简称 1x)技术。1x EV-DO Rev.0 版本支持前向单用户峰值速率为 2.4576Mbit/s,反向单用户峰值速率为 153.6kbit/s,适合提供基于文件下载、网页浏览和电子邮件等非对称的分组数据业务。1x EV-DO 于 2001 年被 ITU-R 接受为 3G 技术标准之一。

随着多媒体数据业务的发展,各种新的业务形式不断出现,对系统带宽和 QoS 保证等方面的要求也不断提高。由于存在反向链路带宽和 QoS 保证等方面的局限性,1x EV-DO Rev.0 系统难以满足业务发展的相关要求。2004 年 3 月,3GPP2 在 EV-DO Rev.0 基础上进行了增强,发布了 1x EV-DO Rev.A 版本(以下简称 Rev.A),并被 TIA/EIA 接纳为 IS-856-A。1x EV-DO Rev.A 支持单用户反向峰值速率为 1.8Mbit/s,前向峰值速率进一步提高到 3.1Mbit/s。Rev.A 中采用了多用户分组和更小的分组封装,提供实时业务所需要的快速接入、快速寻呼及低延时传送特性,同时,EV-DO Rev.A 在设计之初便明确了端到端的 QoS 业务体系以满足不同业务的不同 QoS 要求;引入了多天线发射分集技术,有效地改善了高速分组数据在恶劣无线环境中的可靠性传送问题。通过引入新的物理信道以及对 EV-DO Rev.0 在 MAC 层等七层协议模型的改进,Rev.A 实现了对 PTT、VoIP、PSVT(分组域可视电话)等时延敏感性和前反向对称性业务的支持,同时由于在射频特性和码片速率上沿用了 EV-DO Rev.0 的方式,因此,Rev.A 能够支持对 EV-DO Rev.0 网络的平滑升级,从而保护了运营商的现有客户群,并降低了网络升级的费用。

2006 年 5 月,3GPP2 发布了 EV-DO Rev.B(以下简称 Rev.B)空中接口协议,即多载波 EV-DO 系统。Rev.B 版本提升了前向及反向传输速率,后向兼容 cdma2000 1x 和 1x EV-DO

网络及终端设备，可兼容 CDMA 和不同版本 EV-DO 用户的平滑使用。EV-DO Rev.B 技术分为两个阶段。第一阶段是多载波通道的聚合，有极大的频谱扩展性，可以从 1.25MHz 扩展到 20MHz 的带宽。多个载波绑在一起，基站和手机之间可以在前反向多个载波上同时传送数据，从而获得更高的峰值传输速率和系统吞吐量。在 3 个 Rev.A 载波捆绑的情况下，前向峰值速率为 9.3Mbit/s，反向峰值速率为 5.4Mbit/s。第二阶段采用高阶调制、干扰抵消等新增功能，需要系统硬件升级，性能也得到了进一步提升。同样以捆绑 3 个 Rev.A 载波为例，Rev.B 的第二阶段的前向峰值速率可达到 14.7Mbit/s，假如捆绑 15 个载波（即 20MHz 带宽），其前向峰值速率能高达 73.5Mbit/s。EV-DO 标准演进路线如图 1-1 所示。

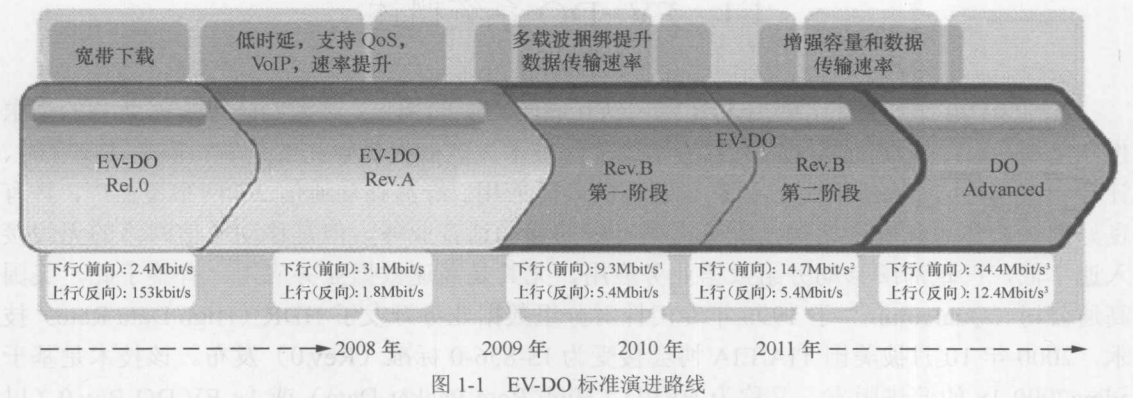


图 1-1 EV-DO 标准演进路线

高性能的 EV-DO Rev.B 系统将大力提升用户的高速无线互联网体验，特别是在大文件传送、数据的内容服务、流媒体视频和无线音乐等方面。同时 Rev.B 提供了更低的响应时间，提高了数据密集型应用的响应时间，比如网页浏览。

EV-DO 标准演进路线图中，Rev.B 的第一阶段的前反向链路峰值速率是假设 3 个 EV-DO 载波聚合得到的，标准最多能够支持 15 个载波（20MHz）。第二阶段也是如此，而且前向信道支持 64QAM 调制方式。DO Advanced 是 EV-DO Rev.B 之后提出的又一个新版本，部署初期假设聚合 4 个 EV-DO 载波，前向链路 2×2 MIMO 和 64QAM 调制方式，反向链路 16QAM 调制方式下前向峰值速率可达到 34.4Mbit/s。Rev.A/B 版本的性能基本类似于 3GPP 组织提出的 HSPA 标准，图 1-2 比较了 EV-DO 和 HSPA 主要演进版本的无线技术性能。

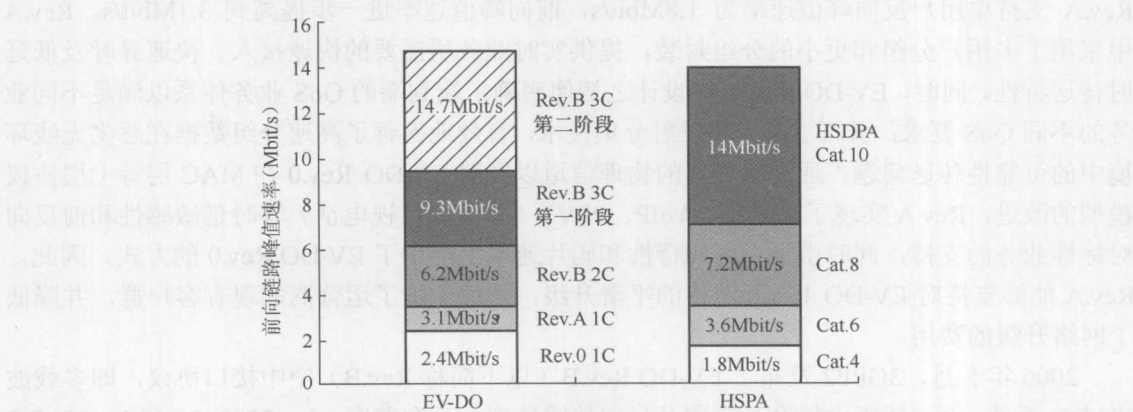


图 1-2 FDD 2 × 5MHz 频谱峰值速率比较

图 1-2 中 Rev.B 版本第二阶段聚合 3 个 EV-DO 载波的前向峰值速率为 14.7Mbit/s, HSDPA 的下行链路峰值速率为 14Mbit/s, 两者相当。当 EV-DO 和 HSPA 继续演进后, EV-DO Advanced 在 5MHz 频谱带宽上采用 2×2 MIMO 方式时, 能提供 34.4Mbit/s 的前向峰值速率。

另外, 从整个 CDMA 家族技术来讲, cdma2000 1x (以下称为 1x) 标准是由早期 IS-95A/B 标准演进而来的, 可以提供双倍于 IS-95 的话音容量以及 153.6kbit/s 的数据传输速率。随着数据业务增强的演进 CDMA 1x 技术也不断更新, 如图 1-3 所示。在相应的软件版本中引入 1x 增强技术, 比如话音编码方式 EVRC-B、增强前向干扰消除算法、反向干扰消除算法、新增无线配置类型等, 这些新技术的采用能够降低系统干扰电平, 减小信道发射功率, 最终显著增加系统的话音信道容量。1x Advanced 版本增强功能可以使现有容量增加 2 倍。

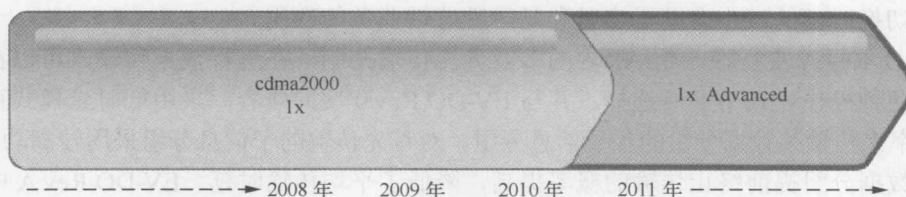


图 1-3 cdma2000 1x 标准演进路线

本书重点探讨 EV-DO Rev.A 网络的性能与优化技术。相比于 Rev.0 版本, EV-DO Rev.A 版本的无线性能大幅度提高, 具体表现在以下几个方面。

(1) 前反向峰值速率大幅度提高

Rev.A 中不仅前向链路峰值速率从 Rev.0 系统的 2.4Mbit/s 提升到 3.1Mbit/s 的新高度, 更重要的是, 反向链路得到了质的提升。随着反向链路应用增量传送及灵活的分组长度的结合, 以及采用与 EV-DO Rev.0 前向链路相似的 HARQ 技术和更高阶调制 (QPSK 和 8PSK), Rev.A 实现了反向链路峰值速率从 Rev.0 的 153.6kbit/s 到 1.8Mbit/s 的飞跃。反向链路分配速率的提高, 使每个移动用户的反向链路需求可以得到充分的满足。

(2) 小区前反向容量均衡

通过在手机中采用双天线接收分集技术和均衡技术, EV-DO Rev.A 的前向扇区平均容量可以达到 1.5Mbit/s, 较 Rev.0 提高 75%。EV-DO Rev.A 的反向平均小区容量也得到大幅度的提升, 从 EV-DO Rev.0 的 300kbit/s 达到 600kbit/s, 翻了一番。如果基站采用 4 分支接收分集技术, 反向平均小区容量还可进一步提高至 1.2Mbit/s。

(3) 灵活、有效的 QoS 控制机制

EV-DO Rev.A 在 QoS 支持方面进行优化, 取得了显著提高。EV-DO Rev.A 中引入了多流机制, 提供尽力而为 (Best Effort, BE) 数据流、保证转发 (Assured Forwarding, AF) 数据流、加急转发 (Expedited forwarding, EF) 数据流。系统和终端可以基于应用的不同 QoS 要求, 对每个高层数据流进行资源分配和调度控制。整个中继线路中从基站内直到物理层的空中接口, 可以把 EF 数据流 (例如 VoIP 通话或一次视频电话连接) 定义为较高的优先级, 把 BE 数据流 (例如网页浏览会话) 定义为较低的优先级。而在 Rev.0 版本中, 无法区分一个数据流和另一个数据流中的数据。

EV-DO Rev.A 中还引入了更多的数据传输速率和数据分组格式,使系统可以更灵活地进行调度。此外,Rev.A 中还提高了反向活动指示信道的传输速率,使终端可以实时跟踪网络的负载情况,在系统高负载时,保证低传输时延数据流的数据传输。总之,EV-DO Rev.A 在保证系统稳定性的前提下灵活而有效地满足不同数据流的 QoS 要求,在一部终端上可以同时支持实时和非实时等多种业务。

(4) 连接建立更快

EV-DO Rev.A 对接入信道和控制信道均进行了优化。接入信道上可以支持更高的传输速率和更短的接入前缀:在 Rev.0 下接入信道速率仅为 9.6kbit/s,在 Rev.A 下达到 38.4kbit/s。前置码更短,为 4 个时隙,这样使用户可以在发起服务请求时更快地接入网络。在控制信道上支持更短的寻呼周期,使用户可以较快地响应来自网络的服务请求。

(5) 传输切换时延大大减少

传输切换时延的减少有助于实时和延时敏感性业务的应用。

EV-DO Rev.A 支持在一个 AT 内的多业务流传输控制,在进行数据传输时可以在低时延和高容量两种操作模式中灵活选择,并与 EV-DO Rev.0 反向兼容。采用低时延模式可以采用不同的功率来传输某数据分组的各子信息分组。对首先传输的子信息分组采用较高功率发射,从而使该数据分组提前终止传输的概率提高,降低了平均传输时延。EV-DO Rev.A 中引入了 DSC 信道,使终端基于信道情况选择其他服务小区时,可以向网络进行预先指示,提前同步数据传输队列,大大降低了前向切换时延。

EV-DO Rev.B 版本作为 Rev.A 的演进技术,后向兼容现有系统。Rev.B 版本引入了多载波聚合、多载波无线链路协议(RLP)、前向链路 64QAM 高阶调制方式、负载均衡等增强技术,主要技术特点包括:

- ① 更高的前向和反向峰值速率,数据速率最高前向 73.5Mbit/s、反向 27Mbit/s;
- ② 较低的时延,提高对 QoS 的支持;
- ③ 不同载波间的频率选择性衰落获得更高的频谱效率;
- ④ 在不同载波之间达到自适应负载均衡。

得益于大幅度提高的前反向峰值速率和平均小区容量以及对 QoS 的支持,EV-DO Rev.A/B 系统除了可以明显提高已在 CDMA 1x 和 EV-DO Rev.0 网络上运营业务的实际体验外,还可以支持很多对 QoS 有较高要求的新业务,譬如可视电话、VoIP 及 VoIP 和数据的并发业务、Push-To-Connect (PTC) 和即时多媒体通信 (IMM)、在线式移动游戏、BCMCS 的多播业务等。

1.2 EV-DO 系统协议栈

1.2.1 EV-DO 网络架构

EV-DO 系统是设计用来提供移动数据业务的系统,可在现有 CDMA/1x 语音、数据网络基础上重叠建网,增强现有网络的数据业务服务。EV-DO 的网络框架和接口如图 1-4 所示。

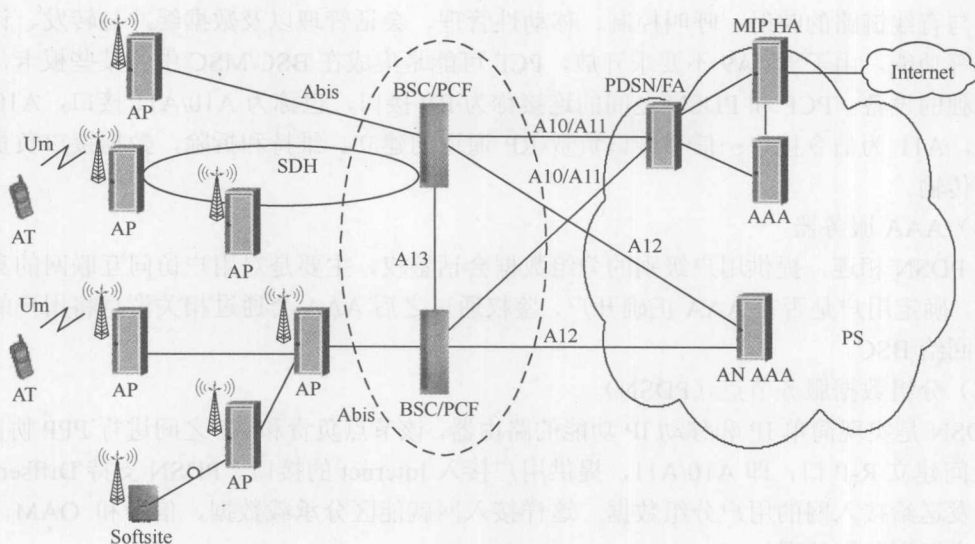


图 1-4 EV-DO 网络结构与接口

图 1-4 中标示出了 EV-DO 网络组成的各个节点。

(1) 接入终端 (AT)

AT (接入终端) 是 1x EV-DO 和 TCP/IP 的终端侧。在图 1-4 中, AT 有 3 种不同的形式: 移动台或者手机终端, 无线 PDA 和无线笔记本电脑。AT 通过 EV-DO (或是 IS-95 和 1x RTT) 的空中链路与接入网节点物理相连或者核心 IP 网络实体逻辑相连。

(2) 接入网节点 (AP)

接入网节点是与接入终端直接物理连接的节点, 即基站。其功能是控制和处理空中物理链路, 处理 EV-DO MAC 层, 以及通过传输网与 RNC 相互通信。接入网节点也处理 EV-DO 协议的更软切换移动性功能, 此时 AT 处于与同一个 AP 下多个扇区同时通信状态。

(3) 无线节点控制器 (RNC)

RNC 是 EV-DO 协议栈的高层节点, 是与接入网节点、AAA 服务器或者其他的 RNC 和 PDSN 的逻辑接口。RNC 处理与 AT 之间的信令消息, 处理终端用户的话务或数据然后转发给 PDSN。RNC 管理其下所连接的所有 AP 无线资源, 处理更软切换和软切换的移动性管理。

(4) 接入网 AAA (AN AAA) 服务器

EV-DO 系统的无线接入网, 较之于 1x 系统减少了 AN 与 MSC (传统的移动交换中心) 之间的接口, 同时增加了 AN AAA 网元, 用户接入合法性的鉴权由 MSC 转移到 AN AAA 处理。AN AAA 服务器是运营商级别的网络实体, 实现 Radius 服务器和数据库接口功能。AN AAA 就是接入网 AAA 服务器 (HLR), 为 AN 提供 AT 接入认证的网络实体。接入网 AAA 服务器与 RNC 相连接, 为 AN 提供 AT 设备接入鉴权。鉴权消息由 BSC 通过 A12 接口发给 AN AAA, 通过鉴权后 AN AAA 会给 AT 分配 MNID, 也就是 IMSI, 终端后续用此 IMSI 来建立 A8 及 A10 连接, 同时 AN AAA 返回用户类型。

(5) 分组控制功能 (PCF, Packet Control Function) 块

PCF 是无线系统中分组域接口的设备, 通过 A10/A11 接口与 PDSN 通信, 主要提供无

线链路与有线链路的映射、呼叫控制、移动性管理、会话管理以及数据缓冲与转发、计费信息搜集等功能。由于 A8/A9 不要求开放, PCF 可能是集成在 BSC/MSC 中的某些板卡, 也可能是单独的设备。PCF 和 PDSN 之间的连接称为 RP 接口, 也称为 A10/A11 接口, A10 为数据接口, A11 为信令接口: 信令接口负责 RP 通道的建立、维持和拆除, 数据接口负责用户数据的传输。

(6) AAA 服务器

与 PDSN 相连, 提供用户级别的分组数据会话鉴权, 主要是对用户访问互联网的身份进行认证, 确定用户是否在 AAA 正确开户, 鉴权通过之后 AAA 会通过相关消息将用户的签约信息返回给 BSC。

(7) 分组数据服务节点 (PDSN)

PDSN 是实现简单 IP 和移动 IP 功能的路由器, 该节点负责和 AT 之间进行 PPP 协商, 和 BSC 之间建立 R-P 口, 即 A10/A11, 提供用户接入 Internet 的接口。PDSN 支持 Diffserv, 能够标记发送给接入网的用户分组数据。这样接入网就能区分承载数据、信令和 OAM, 按照不同优先级分别处理。

主要接口如图 1-4 所示, 包括 Um 接口 (Airlink)、Abis 接口、A10/A11、A12、A13 接口等。

- ① Um 接口是 AT 与 AP 之间的 EV-DO 空中接口;
- ② Abis 接口是 AP 与 AN 之间的接口;
- ③ A10/A11 是 AN 与 PDSN 之间的接口: 信令接口为 A10, 采用 UDP 承载; 用户数据为 A11 接口, 采用 GRE 协议承载。
- ④ A12 是 AN 与 AN AAA 服务器之间的接口, 传送两者之间的信令, 采用 UDP 承载;
- ⑤ A13 是 AN 与 AN 之间的接口, 在会话切换时, 源 AN 和目标 AN 通过 A13 传递原有会话的配置信息。

1.2.2 EV-DO 空口协议

EV-DO 标准重点定义了空中接口协议。空中接口协议栈分为 7 层, 分别是应用层、流层、会话层、连接层、安全层、媒体接入控制层和物理层。各协议层按功能划分, 各层之间没有严格的上下层承载关系, 在时间上, 各层协议可以同时存在, 不存在严格的先后关系; 在数据封装上, 业务数据自上而下进行封装, 可以跨越部分协议层。各层包含的主要协议内容如图 1-5 所示。

1. 应用层

应用层支持多种用户网络应用相关的接口协议, 提供的应用包括用于传输空中接口协议消息的默认信令应用, 以及用于传输用户数据的默认分组应用。接口协议包括:

- (1) SMTP, 提供邮件浏览服务;
- (2) TELNET, 能够远程登录;
- (3) DNS, 映射主机名到网络地址;
- (4) FTP, 文件传送服务;
- (5) HTTP, 浏览互联网网页。



图 1-5 EV-DO Rev.A 空中接口协议栈

2. 流层

流层提供不同应用层的复用：传送方向上，添加流报头；接收方向上，去掉流报头并将分组传送给正确的应用。流层协议提供 4 种流，流 0 总是指配给信令应用，并且默认地指配给默认信令使用。其他的流可被指配给有不同 QoS 要求的应用或其他的应用。

3. 会话层

会话层提供地址管理、协议协商、协议配置和状态维持服务，完成空口会话的建立、维持和释放功能。在会话层中，会话管理协议用于激活会话层其他协议、维护与关闭会话；地址管理协议用于会话终端的地址分配；会话配置协议负责与会话相关的协议及其配置的协商。

(1) 会话管理协议：提供控制地址管理协议和会话配置协议激活和去激活的方法，也提供会话保持激活的机制。

(2) 地址管理协议：AT 标识符 (ATI) 的管理。

(3) 会话配置协议：提供会话所用协议的协商和配置。

4. 连接层

连接层提供空中链路连接建立和维持服务，完成系统的捕获、连接的建立/维持/释放、连接状态下的移动性管理和链路控制，以及对会话层数据分组的复用和对安全层数据分组的解复用功能。

- (1) 空中链路管理协议：提供 AT 和 AN 在连接建立期间所遵循的整个状态机制的管理。
- (2) 初始化状态协议：提供 AT 俘获网络以及 AT 支持网络俘获所遵循的过程。
- (3) 空闲状态协议：提供连接未打开时 AT 和 AN 所遵循的过程。
- (4) 连接状态协议：提供连接打开时 AT 和 AN 所遵循的过程。
- (5) 路由更新协议：提供维持 AT 和 AN 间路由的方法。
- (6) 开销消息协议：提供含有连接层协议通常所用信息的广播消息。
- (7) 分组合并协议：为连接层提供传输优先级和分组封装。

5. 安全层

安全层提供鉴权和加密服务，安全层完成密钥交换、CryptoSync 的生成、数据加密和空口鉴权等功能。其中，安全协议用于生成鉴权协议和加密协议所需要的 CryptoSync 和时戳等变量；密钥交换协议生成空口鉴权和数据加密所需要的密钥；鉴权协议完成安全层数据分组消息的完整性保护功能，可以用于检验终端是否为某空口会话的合法拥有者；加密协议完成空口数据的加密。

6. 媒体接入控制层

媒体接入控制 (MAC) 层定义用于在物理层上接收和传送的过程，完成对物理信道的访问控制功能，主要有：一是控制信道 MAC 协议；二是接入信道 MAC 协议；三是前向业务信道 MAC 协议；四是反向业务信道 MAC 协议。

(1) 控制信道 MAC 协议：提供 AN 传送和 AT 接收控制信道所遵循的过程，规定了控制信道的传送方式和时序要求。

(2) 接入信道 MAC 协议：提供 AT 传送和 AN 接收接入信道所遵循的过程，规定了终端接入系统的方式和长码 (Long Code) 生成方式。

(3) 前向业务信道 MAC 协议：提供 AN 传送和 AT 接收前向业务信道所遵循的过程，规定了前向业务信道的速率控制和复用/解复用方式。

(4) 反向业务信道 MAC 协议：提供 AT 传送和 AN 接收反向业务信道所遵循的过程，规定了反向业务信道的捕获和速率选择机制。

7. 物理层

物理层为前向和反向信道提供信道结构、频率、输出功率、调制和编码的规定。

1.2.3 EV-DO 系统端到端协议

除空口外，从终端到服务器侧的端到端 EV-DO 数据传输协议分层结构如图 1-6 所示。

EV-DO 协议栈是基于已经广泛使用的网络协议，例如 PPP、IP、TCP 和 UDP 等。图 1-6 所示为用户数据端到端的协议栈结构图例。图中 Airlink 协议栈就是前文详细论述的空中接口协议栈。图中的 RLP (无线链路协议) 是用来修正 EV-DO 系统数据传输空中接口产生高误码率的链路层协议。