

[WCDMA 技术丛书]

本书由通信业界多位技术专家联合撰写，
是目前市场上介绍HSPA+技术与应用实践不可多得的参考资料。

本书从建网和运营的角度，
对HSPA+无线网络性能与组网进行了广泛而深入的分析探讨，
对HSPA+网络的商用有较高的参考价值。

HSPA+

无线网络性能与实践

赵先明 张建国 郝瑞晶 赖振波 蒲迎春 孙毅 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

【 WCDMA 技术丛书 】

HSPA+

无线网络性能与实践

赵先明 张建国 郝瑞晶 赖振波 蒲迎春 孙毅 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

HSPA+无线网络性能与实践 / 赵先明等编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2011.10
(WCDMA技术丛书)
ISBN 978-7-115-26283-7

I. ①H… II. ①赵… III. ①移动通信—通信技术
IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第185416号

内 容 提 要

本书对 HSPA+ (增强型高速分组接入) 技术进行了全方位的深入讲解, 重点阐述了 HSPA+ 的关键技术、系统算法、无线网络性能、无线网络规划和优化等内容, 还探讨了相关热点技术, 如互干扰以及未来接入网技术演进等。

本书结合工程技术实践经验, 内容实用性强, 可供移动通信网络技术研究、规划设计和优化人员阅读, 也可供高等院校通信、信息工程等相关专业的师生参考。

WCDMA 技术丛书

HSPA+无线网络性能与实践

◆ 编 著 赵先明 张建国 郝瑞晶 赖振波
蒲迎春 孙 毅

责任编辑 姚予疆

执行编辑 刘 洋

◆ 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>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18

字数: 434 千字

印数: 1—3 000 册

2011 年 10 月第 1 版

2011 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-26283-7

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前言

随着 WCDMA 网络商用规模的日益扩大，全球 WCDMA 用户数和业务需求也迅速增长，尤其是无线数据业务的快速增长推动 WCDMA 网络考虑引入 HSPA 技术。据统计，截至 2011 年 1 月全球已有 161 个国家共 416 家运营商承诺部署 HSPA 网络，已商用的 HSPA 网络则达到了 380 个。随着移动宽带（Mobile Broad Band，MBB）业务的深入发展，无线网络容量需求不断提高成为推动 HSPA 网络迅速发展的关键，而 LTE 的不断成熟也加速了 HSPA 向前演进的步伐，因此 HSPA+成为 WCDMA 网络向移动宽带时代迈进的必由之路。

2009 年 10 月 1 日 WCDMA 在中国正式商用。截至 2011 年 5 月，国内 WCDMA 用户约为 1 900 万，平均每月新增用户约 100 万。随着 WCDMA 网络规模和用户数的不断增长，WCDMA 用户行为也慢慢从传统的语音业务向数据业务转变，数据业务的渗透率和业务量也不断提高，这不仅推动了 WCDMA 网络的发展，也使 WCDMA 网络的数据业务服务能力面临巨大挑战。移动宽带时代，系统容量是关键，而 3GPP R5 和 R6 引入的 HSPA 上下行容量正逐步成为阻碍 WCDMA 网络发展的“瓶颈”，适时引入 HSPA+成为必然。HSPA+是一系列演进技术的统称，在不改变网络架构的基础上，可以获得跟 LTE 相媲美的无线性能，并可以向 LTE 平滑演进，HSPA+是目前 HSPA 网络向前演进的最佳选择。

本书的编写组成员来自中兴通讯 GU（GSM & UMTS）产品线的系统规划、算法设计、系统仿真、网规网优、市场营销等多个团队，对 HSPA+的协议分析、算法研究、性能、规划优化及市场销售有丰富的经验。为了使广大运营商和设计院迅速了解 HSPA+无线性能并选择最优的 HSPA+的组网策略，我们决定编写这本介绍 HSPA+无线性能和组网的书籍，对中兴通讯多年 HSPA+研究积累和商用经验进行总结和共享，希望能为运营商、设计院中从事 WCDMA/HSPA/HSPA+无线规划和建设的工程技术人员提供有价值的参考依据。

本书主要面向移动通信设备制造商、移动运营商和网络设计单位从事 HSPA+研究开发、网络规划、设计工作和性能优化的工程技术人员，以及对 WCDMA、HSPA 和 HSPA+演进技术组网策略及网络规划优化感兴趣的大专院校师生和研究单位的无线工程技术人员。本书可帮助读者充分地理解 HSPA+关键技术原理和技术特点，在深入学习 HSPA+算法的基础上，把握 HSPA+对网络性能提升的本质，进而能够帮助读者更好地制定 HSPA+建网策略、技术演进和区域布署的准确理解和应用。在写作的过程中，作者继承了中兴通讯之前编撰的《HSDPA 技术原理与网络规划实践》的精华，在此基础上对 HSPA+展开更详细的性能描述，以求让读者更深刻地理解 HSPA+的优越性能。

本书以 HSPA+性能主线为主线，即 HSPA+关键技术中高阶调制、多载波和多天线技术的系统性能，结合 HSPA+关键技术原理和系统算法的描述，给出 HSPA+无线组网策略和建议，同时提出了 HSPA+无线网络规划和优化的完整思路和方法，希望能对 HSPA+技术研究人员和网络规划优化工程技术人员的工作有所帮助。

本书共分 11 章，内容分别如下。

第 1 章介绍了 HSPA+协议演进的基本情况，比较了 HSPA+与 LTE 的性能和产业链成熟

度,并介绍了 HSPA+网络在全球的应用情况,概述了 HSPA+的系统性能。

第 2 章详细介绍了 HSPA+关键技术的主要特点,为全书的技术理论基础和所有技术讨论的铺垫。

第 3 章描述了 HSPA+引入之后,Node B 侧调度算法和 RNC 侧 RRM 算法做了哪些改变,以提高 HSPA+的性能。

第 4 章从链路级仿真、系统级仿真和测试 3 方面描述 HSPA+高阶调制的覆盖和容量等系统性能,为后面 HSPA+组网策略打下基础。

第 5 章从链路级仿真、系统级仿真和测试 3 方面描述 HSPA+双载波的覆盖和容量等系统性能,为后面 HSPA+组网策略打下基础。

第 6 章从链路级仿真、系统级仿真和测试 3 方面描述 HSPA+ MIMO 的覆盖和容量等系统性能,为后面 HSPA+组网策略打下基础。

第 7 章讲述的是 HSPA+其他技术,包括 CS over HSPA, CPC、IMB 和先进接收机的仿真性能。

第 8 章解决了 HSPA+无线组网策略关心的 3 个问题: HSPA+技术演进策略、频率组网策略和区域部署策略;同时给出 HSPA+无线覆盖和容量规划的思路和方法,并比较与传统 HSPA 的异同;最后描述了 ZTE HSPA+产品解决方案。

第 9 章介绍了 ZTE 各种工具在 HSPA+网规网优中的使用,描述了 HSPA+性能评估体系,在介绍 HSPA+网优的一些基本方法的同时,给出 HSPA+专题优化的案例。

第 10 章在介绍干扰原理的基础上,描述了 UMTS 与其他系统之间的干扰指标,介绍了干扰排查的流程和方案,并给出通用的干扰解决方案。

第 11 章介绍了 HSPA+在 R9 之后自身演进和向 LTE 方向演进的关键技术,并详细对比了 HSPA+和 LTE 的性能,重申了无线网络从 HSPA+向 LTE 演进的可行性。

本书由中兴通讯赵先明、蒲迎春、张建国、孙毅和韩玮倡导发起,郝瑞晶和赖振波负责全书书稿的整理和部分书稿的编写工作。本书的创作是集体智慧的结晶,全书内容架构经过编写人员详细讨论之后确定,分头执笔汇集而成。肖炜丹和赖振波负责第 1 章的编写;郝瑞晶等完成第 2 章的编写;陈冬雷、王琛和刘芙蕾等完成第 3 章的编写;第 4、5、6 章和第 7 章性能章节中,链路性能仿真部分由徐汉青和林旺东完成,系统仿真部分由李彬和吴凤娟完成,性能测试部分由王跃和郭翔完成;第 8 章由黄萍和赵欣编写;第 9 章主要由宋廷山负责编写;第 10 章由赵国峰和黄伟芳编写;第 11 章由吴凤娟编写。感谢袁熹、何晓、王国争、李军、简君文、徐云、和锐、牛煜、吴志锋、李姝颖、李江、窦建武、任震等同志提供的支持。感谢人民邮电出版社的大力支持和高效工作,使本书能尽早与读者见面。

限于作者的水平和能力,书中难免存在疏漏和不当之处,敬请各位读者谅解,并提出宝贵意见和建议。编辑邮箱:liuyang@ptpress.com.cn。

作 者
2011 年 9 月

目 录

第 1 章 引言	1
1.1 HSPA+协议演进	1
1.2 UMTS 频谱使用	3
1.3 HSPA+网络运营	5
1.4 HSPA+技术竞争力	8
1.5 HSPA+性能概述	10
1.6 本书导读	11
1.7 参考文献	13
第 2 章 HSPA+关键技术	14
2.1 HSPA 技术	15
2.1.1 HSDPA 简介	15
2.1.2 HSUPA 简介	18
2.2 高阶调制技术	20
2.2.1 下行 64QAM	20
2.2.2 上行 16QAM	21
2.3 MIMO 技术	22
2.4 双载波技术	25
2.4.1 DC-HSDPA	25
2.4.2 DC-HSUPA	26
2.4.3 DB-DC-HSDPA	27
2.5 层 2 增强技术	27
2.5.1 下行层 2 增强	27
2.5.2 上行层 2 增强	29
2.6 CELL_FACH 增强技术	29
2.6.1 下行增强 CELL_FACH	30
2.6.2 上行增强 CELL_FACH	31
2.7 F-DPCH 增强技术	32
2.8 CPC 技术	33
2.8.1 上行 DTX	33
2.8.2 下行 DRX	35
2.8.3 HS-SCCH-less 操作	35
2.9 CS over HSPA 技术	36
2.10 IMB 技术	38
2.11 先进接收机技术	40

2.11.1	Rake 接收机	40
2.11.2	LMMSE 接收机	41
2.11.3	干扰消除接收机	42
2.12	小结	43
2.13	参考文献	44
第 3 章	HSPA+系统算法	45
3.1	HSPA/HSPA+MAC 协议架构演进	45
3.1.1	HSPA 下行 MAC 层协议演进	45
3.1.2	HSPA 上行 MAC 层协议演进	49
3.2	HSPA/HSPA+下行调度算法	50
3.2.1	HSPA/HSPA+下行分组调度的特点和功能	50
3.2.2	HSPA/HSPA+下行调度算法工作流程和模块结构	51
3.2.3	调度优先级算法	53
3.2.4	CQI 调整算法	55
3.2.5	TFRC 选择算法	56
3.2.6	HS-SCCH 功率控制	57
3.2.7	流量控制算法	59
3.3	HSPA+下行演进对 MAC 分组调度算法的影响	60
3.3.1	层 2 增强	61
3.3.2	MIMO/E-VAM	62
3.3.3	DC-HSDPA	66
3.3.4	动态功率共享	67
3.3.5	CS over HSDPA	67
3.3.6	HS-SCCH-less 操作	68
3.3.7	增强 CELL_FACH	68
3.4	HSPA/HSPA+上行调度算法	70
3.4.1	HSPA/HSPA+上行分组调度的特点与功能	70
3.4.2	HSPA/HSPA+上行调度算法工作流程和模块结构	72
3.4.3	HSUPA 的速率控制原理和 E-TFC 的选择	73
3.4.4	业务和调度优先级	74
3.4.5	负载估计	76
3.4.6	资源分配算法	78
3.4.7	多小区联合调度	78
3.5	HSPA+上行演进对 MAC 分组调度算法的影响	79
3.5.1	16QAM	79
3.5.2	CPC	80
3.5.3	CS over HSUPA	82
3.5.4	增强 CELL_FACH	82
3.5.5	DC-HSUPA	83
3.5.6	上行干扰抵消对调度器影响分析	84
3.6	HSPA+ RRM 策略和算法	85

3.6.1 HSPA+RRM 策略简介	85
3.6.2 HSPA+对均衡算法的影响	87
3.6.3 HSPA+对接纳算法的影响	88
3.7 小结	90
3.8 参考文献	90
第 4 章 HSPA+高阶调制技术无线性能	91
4.1 终端能力级与理论峰值速率	91
4.2 链路仿真性能	91
4.2.1 HSDPA 与 64QAM	92
4.2.2 HSUPA 与 16QAM	93
4.3 系统仿真性能	94
4.3.1 HSDPA 与 64QAM	94
4.3.2 HSUPA 与 16QAM	99
4.4 实测性能	101
4.4.1 覆盖性能测试	101
4.4.2 容量性能测试	104
4.5 小结	108
4.6 参考文献	109
第 5 章 HSPA+MIMO 技术无线性能	110
5.1 终端能力级与理论峰值速率	110
5.2 MIMO 链路级仿真性能	111
5.3 MIMO 系统仿真性能	112
5.3.1 覆盖性能仿真	112
5.3.2 容量性能仿真	114
5.4 MIMO 实测性能	116
5.4.1 覆盖性能测试	116
5.4.2 容量性能测试	120
5.5 小结	124
5.6 参考文献	124
第 6 章 HSPA+双载波技术无线性能	125
6.1 终端能力级与理论峰值速率	125
6.2 DC-HSDPA 链路级仿真性能	125
6.2.1 DC-HSDPA 技术链路性能仿真	126
6.2.2 DC-HSDPA+MIMO 技术链路性能仿真	127
6.3 DC-HSDPA 与 DC-HSUPA 系统仿真性能	128
6.3.1 DC-HSDPA 系统仿真性能	128
6.3.2 DC-HSUPA 系统仿真性能	131

6.4	DC-HSDPA 实测性能	133
6.4.1	覆盖性能测试	133
6.4.2	容量性能测试	140
6.5	小结	144
6.6	参考文献	144
第 7 章	HSPA+其他技术性能研究	145
7.1	CS over HSPA 性能	145
7.2	CPC 性能	147
7.2.1	DTX 容量	147
7.2.2	HS-SCCH-less 容量	149
7.3	IMB 性能	149
7.4	先进接收机性能	152
7.4.1	链路性能	152
7.4.2	系统性能	153
7.5	小结	156
7.6	参考文献	157
第 8 章	HSPA+无线网络规划	158
8.1	HSPA+部署策略	158
8.1.1	技术演进路线	158
8.1.2	频率组网策略	162
8.1.3	区域部署策略	171
8.1.4	部署策略小结	173
8.2	HSPA+引入对现网的影响	174
8.2.1	HSPA+引入对系统配置的影响	174
8.2.2	HSPA+引入对现网性能的影响	175
8.3	HSPA+网络规划方法	176
8.3.1	HSPA+链路预算方法	176
8.3.2	HSPA+容量估算方法	188
8.4	HSPA+产品解决方案	192
8.4.1	SDR 基站解决方案	192
8.4.2	HSPA 向 HSPA+演进	194
8.5	小结	195
8.6	参考文献	196
第 9 章	HSPA+无线网络优化	197
9.1	无线网络优化概述	197
9.1.1	工程优化	197
9.1.2	运维优化	198

9.2 研究分析工具介绍	200
9.2.1 ZUE 系统仿真平台	200
9.2.2 CNO 网规网优软件	203
9.2.3 NETMAX 优化工具	204
9.3 HSPA+性能评估方法	205
9.3.1 HSPA+网络关键性能指标	205
9.3.2 端到端优化评估体系	206
9.4 HSPA+网络优化专题	208
9.4.1 无线环境优化	208
9.4.2 移动性优化	213
9.4.3 终端侧优化	215
9.4.4 资源类监控与优化	217
9.5 小结	219
9.6 参考文献	219
第 10 章 互干扰研究	220
10.1 干扰概述	220
10.2 干扰基础原理	221
10.2.1 干扰原理分析	221
10.2.2 干扰研究方法	223
10.2.3 干扰相关指标	225
10.3 干扰案例分析	228
10.3.1 CDMA850 对 UMTS900 系统的干扰	228
10.3.2 CDMA1900 对 UMTS2100 系统的干扰	230
10.3.3 PHS1900 对 UMTS2100 系统的干扰	231
10.3.4 室内分布系统（含多系统合路平台）干扰	233
10.4 干扰排查和定位方法	234
10.4.1 确定干扰源类型	236
10.4.2 定位干扰源	236
10.5 干扰预防解决方案	237
10.5.1 共站址方式下共天馈方案	237
10.5.2 共站址方式下共天线不共馈线方案	237
10.5.3 共站址方式下共馈线不共天线方案	237
10.5.4 加装滤波器方案	238
10.5.5 调整天线的工程隔离方案	238
10.5.6 方案的综合对比	239
10.6 小结	239
10.7 参考文献	239
第 11 章 无线接入网演进	240
11.1 HSPA+技术演进	240

11.2	LTE 技术介绍.....	242
11.2.1	网络架构.....	243
11.2.2	关键技术.....	244
11.3	HSPA+与 LTE 性能对比	253
11.3.1	峰值速率.....	253
11.3.2	频谱效率.....	254
11.3.3	用户数.....	255
11.3.4	时延.....	255
11.3.5	覆盖.....	255
11.3.6	HSPA+与 LTE 性能对比小结	256
11.4	小结.....	257
11.5	参考文献.....	257
附录		259
附录 1	链路仿真条件	259
附录 2	系统仿真条件	259
附录 3	UE 类型	263
附录 4	CQI 表.....	265
缩略语		270

第 1 章 引 言

HSPA+作为 HSPA (High Speed Packet Access) 增强技术, 已经成为全球 WCDMA/HSPA 运营商下一步演进的首选技术。目前已经有多个国家的运营商正在建设 HSPA+网络, 以期为用户提供更便捷和优质的无线通信服务。本章主要从 HSPA+协议演进, UMTS 频谱资源使用情况, 全球 WCDMA/HSPA/HSPA+商用现状等各个方面, 对 HSPA+技术发展和应用现状进行了综述性介绍。同时通过技术性能、产业链成熟度及商用进度等方面与 LTE 技术的比较, 对 HSPA+技术竞争力和未来发展趋势进行了分析和展望。

1.1 HSPA+协议演进

HSPA+于 3GPP R7 版本开始引入, 是用于进一步增强 R5/R6HSPA 网络性能, 并能够平滑向 LTE 演进的一种技术, 即 HSPA Evolution。HSPA+是对 R7 以后 HSPA 一系列新特性的统称, 与 LTE 不同, HSPA+并不是一种全新的无线接入制式, 而是在 HSPA 技术基础上的继承和发展^[1]。3GPP HSPA+协议演进过程如图 1-1 所示。

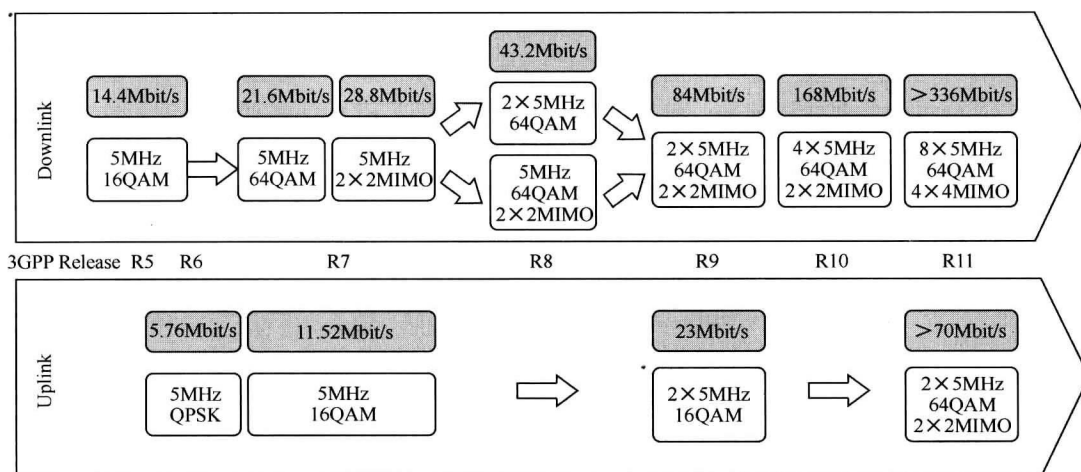


图 1-1 3GPP HSPA+协议演进

从 3GPP R7 版本开始, HSPA+通过引入高阶调制技术、多天线技术、多载波技术和干扰消除等技术, 使得原有 HSPA 网络在数据业务带宽、语音业务容量及分组业务体验等方面得

到了进一步增强。

在带宽增强特性方面，HSPA+在 R7 版本中通过引入下行 64QAM 和上行 16QAM 高阶调制技术，分别把 HSPA 下行和上行的理论峰值速率提升了 50%和 100%，达到下行 21.6Mbit/s 和上行 11.5Mbit/s。由于高阶调制方式对于信道质量要求更高，需要网络侧和终端侧引入先进接收机。

作为带宽增强特性的另一个演进方向，MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 技术也在 R7 版本引入，以进一步提升 HSPA 的下行数据业务速率。MIMO 技术基本原理是在发射端和接收端均采用多天线技术，利用多天线来抑制信道衰落，可在不增加带宽和天线发送功率的情况下提高无线信道的容量和频谱利用率，而且能够提高信道的可靠性和降低误比特率。通过引入 2×2MIMO (2 天线发射 2 天线接收)，下行理论峰值速率相比 HSDPA 提升了 100%，达到了 28.8Mbit/s。

从 R8 版本开始，HSPA+通过引入多载波技术，包括 DC-HSDPA (Dual Cell HSDPA)，DB-DC-HSDPA (Dual Band Dual Cell HSDPA)，DC-HSUPA (Dual Cell HSUPA)，MC-HSDPA (Multi-Carrier HSDPA) 等，以及多载波与高阶调制、MIMO 技术的组合，使得上下行的理论峰值速率得到进一步提升。在 R8 版本，通过 MIMO+64QAM 或是 DC-HSDPA+64QAM 组合，可以使下行理论峰值速率达到 43.2Mbit/s；到 R9 版本，通过 DC-HSDPA+MIMO+64QAM 组合，下行理论峰值速率可提升至 84Mbit/s；如果采用 4 载波组合 (4C-HSDPA)，下行理论峰值速率可达到 168Mbit/s。上行方向通过引入 DC-HSUPA，用户上行理论峰值速率可以达到 23Mbit/s。

在语音业务容量增强方面，HSPA+在 R8 版本引入了 CS over HSPA 特性，目的在于通过利用 HSPA 技术承载 CS 语音业务，相比用 R99 的 DCH 信道承载语音业务，获得了更高的语音容量，缩短了 CS 语音业务的呼叫建立时间，并结合 CPC (Continuous Packet Connectivity) 技术可以有效降低终端电池耗电。

在分组业务增强方面，HSPA+从 R7 版本开始先后引入了层 2 增强、CPC 和 CELL_FACH 增强等功能特性。其中引入层 2 增强技术的目的是提升分组业务传输效率；引入 CPC 技术主要用于提升分组业务在线用户数，延长用户在线时间。而 CELL_FACH 增强的引入主要是为了降低 PS 业务的传输时延。

除以上 3 个方向外，HSPA+中引入的一个重要特性是干扰消除 (Interference Cancellation) 技术。在 WCDMA 系统中，由于理想同步很难实现，随着用户数的增加或信号功率增大，多址干扰 (Multiple Access Interference, MAI) 就成为 WCDMA 通信系统的一个主要干扰，限制了系统性能。多用户检测 (Multi-User Detection, MUD) 技术是联合考虑同时占用某个信道的所有用户或某些用户，消除或减弱其他用户对任一用户的影响，并同时检测出所有这些用户或某些用户的信息的一种信号检测方法，具备优良的抗干扰性能，解决了远近效应问题。应用干扰消除技术可降低系统对远近效应的敏感度，更有效地利用上行链路频谱资源，从而提高了系统性能。

综上所述，HSPA+的特性功能与协议版本演进如图 1-2 所示。

R11 & Beyond	4×4MIMO	UL MIMO	8C-HSDPA
R10	4C-HSDPA		
R9	DC HSUPA	DC HSDPA+2×2MIMO	DB HSDPA
R8	L2 Enhancements (UL)		Common E-DCH in CELL_FACH
	MIMO+64QAM	DC HSDPA	CS over HSPA
R7	Enhanced CELL_FACH		L2 Enhancements (DL)
	CPC	2×2MIMO	64QAM (DL) 16QAM (UL)
R6	HSUPA		
R5	HSDPA		

图 1-2 3GPP HSPA+关键技术特性

1.2 UMTS 频谱使用

3GPP 规范最新版本定义的 UMTS FDD^[2]可用频段如表 1-1 所示。

表 1-1 UMTS FDD 工作频段

频 段 号	频段 (MHz)	频 段 名 称	上行频段范围 (MHz)	下行频段范围 (MHz)
I	2 100	IMT	1 920~1 980	2 110~2 170
II	1 900	PCS	1 850~1 910	1 930~1 990
III	1 800	DCS	1 710~1 785	1 805~1 880
IV	1 700	AWS	1 710~1 755	2 110~2 155
V	850	CLR	824~849	869~894
VI	800		830~840	875~885
VII	2 600	IMT-E	2 500~2 570	2 620~2 690
VIII	900	GSM	880~915	925~960
IX	1 700		1 749.9~1 784.9	1 844.9~1 879.9
X	1 700		1 710~1 770	2 110~2 170
XI	1 500		1 427.9~1 447.9	1 475.9~1 495.9
XII	700	SMH	698~716	728~746
XIII	700	SMH	777~787	746~756
XIV	700	SMH	788~798	758~768
XV			Reserved	Reserved

续表				
频 段 号	频段 (MHz)	频 段 名 称	上行频段范围(MHz)	下行频段范围(MHz)
XVI			Reserved	Reserved
XVII			Reserved	Reserved
XVIII			Reserved	Reserved
XIX			830~845	875~890
XX			832~862	791~821
XXI			1 447.9~1 462.9	1 495.9~1 510.9

其中 Band I 是 UMTS 核心工作频段，也是目前 UMTS 唯一在全球范围内广泛部署的商用频段。除核心频段外，UMTS 在其他频段的商用网络都具有地域特性，UMTS 实现商用的非核心频段及其分布如表 1-2 所示。

表 1-2 UMTS FDD 非核心频段

频 段	频段 (MHz)	频 段 名 称	应 用 区 域
II	1 900	PCS	北美和拉美
IV	1 700	AWS	美国和加拿大
V	850	CLR	美洲和大洋洲
VI	800		日本
VIII	900	GSM	欧洲、亚太和大洋洲
IX	1 700		日本
XI	1 500		日本

其中 900MHz 频段主要通过现有 GSM900M，通过频率资源重分配（Refarming）实现 UMTS 的部署，在欧洲和亚太地区得到广泛应用，美洲和大洋洲也有少量部署；而 850MHz/1 900MHz 频段主要在美洲部署，其中 850MHz 频段在亚太和大洋洲也有少量部署；1 700MHz（IV）AWS 频段则主要应用在美国和加拿大；此外日本还有 800MHz（VI）频段、1 500MHz（XI）频段和 1 700MHz（IX）频段的应用，而在 GSM 上广泛应用的 1 800MHz 频段目前还没有在 UMTS 领域实现规模商业运营。

据英国著名咨询公司 Informa 最新统计，截至 2010 年全球各频段 UMTS 商用网络数量及区域分布如表 1-3 所示。

表 1-3 全球各频段 UMTS 商用网络数量及区域分布^[3]

商 用 频 段	西欧	东欧	亚太	中东	美洲	非洲	北美	汇总
2 100MHz (Band I)	105	87	160	20	18	55	—	445
1 900MHz (Band II)	—	—	1	—	32	—	6	39
1 700MHz AWS (Band IV)	—	—	—	—	1	—	8	9
850MHz (Band V)	—	—	3	—	31	—	6	40
800MHz (Band VI)	—	—	1	—	3	—	—	4

续表

商用频段	西欧	东欧	亚太	中东	美洲	非洲	北美	汇总
900MHz (Band VIII)	8	8	7	—	1	3	—	27
1 700MHz (Band IX)	—	—	1	—	—	—	—	1
1 500MHz (Band XI)	—	—	1	—	—	—	—	1

UMTS 网络全球商用频段及比例如图 1-3 所示,从图中可以看出,2 100MHz 核心频段仍是目前 UMTS 主流商用频段,全球占比达到 78%以上,其次是 850MHz、1 900MHz 频段和 900MHz 频段,而这 3 个频段都是 GSM 网络的主流频段。其中 850MHz 和 900MHz 频段主要是通过 Refarming 方式对原有 GSM 频段进行重分配,挪出部分带宽用于 UMTS 运营。

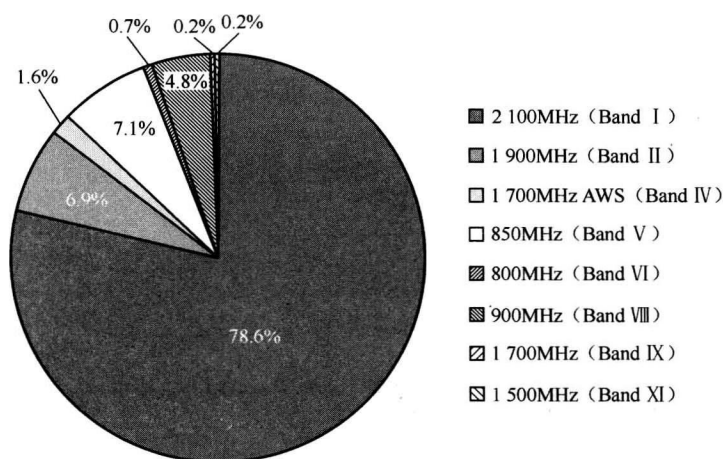


图 1-3 UMTS 网络全球商用频段及比例

1.3 HSPA+网络运营

自 2005 年年底全球第一张 HSDPA 商用网络在美国正式投入运营至今, HSPA 技术一直保持着强劲的增长势头,据全球移动供应商联盟(Global mobile Suppliers Association, GSA)官方统计,截至 2011 年 7 月全球已有 170 个国家共 446 家运营商承诺部署 HSPA 网络,而已商用的 HSPA 网络则达到了 410 张(如图 1-4 所示),相比 2010 年增长了 20%,其中有 65% 网络的下行峰值速率都在 7.2Mbit/s 以上,并且有超过 35% 的运营商同时还部署了 HSUPA 以提高上行性能, HSPA 现已成为全球应用最广泛的移动宽带接入手段之一。

HSPA 发展如此迅速离不开终端产业链的强大支持,根据 GSA 在 2011 年 4 月完成的市场调研结果显示,目前全球共发布了超过 3 000 款 HSPA 商用终端,仅 2010 年就推出了 1 000 款以上,年增长率达 35%,如图 1-5 所示。其中支持 HSDPA 的手持终端有 1 271 种型号,其余主要为 USB Modem 或 Wireless Router 等。

HSPA 商用终端不仅种类丰富,其频段支持范围也比较广,如图 1-6 所示,目前 UMTS 主流商用频段都有相应的 HSPA 商用终端推出,其中支持 2 100MHz 核心频段的 HSPA 商

用终端超过 2 300 款, 支持 850MHz HSPA 商用终端超过了 1 200 款, 支持 900MHz HSPA 的商用终端也超过 600 款, 这无疑极大加快了 HSPA 系统在非核心频段上进行商用部署的步伐。

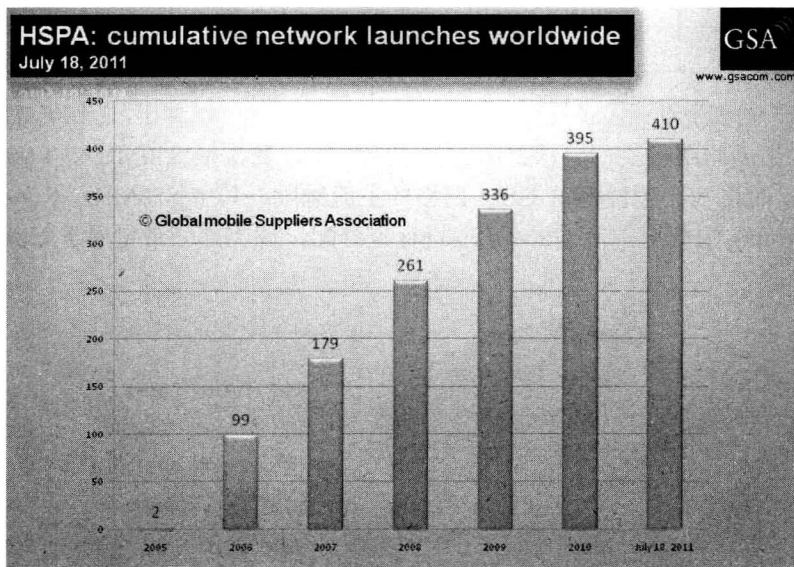


图 1-4 全球 HSPA 商用网络统计 (GSA¹)

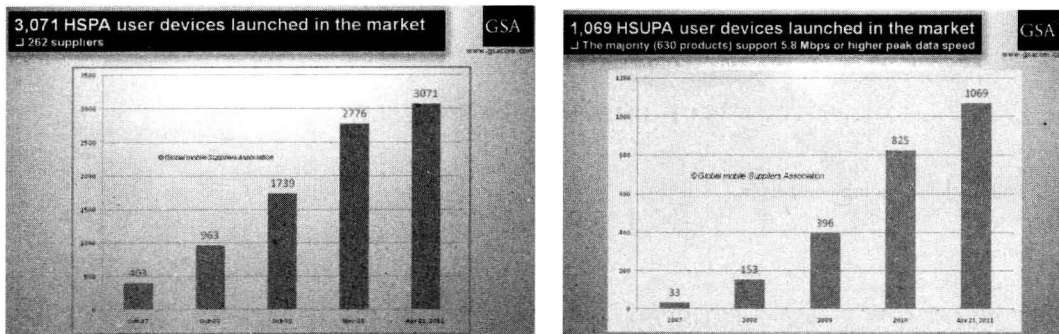


图 1-5 全球 HSPA 商用终端统计 (GSA)

终端产业的壮大促进了 HSPA 用户的迅速发展, 也成就了 HSPA 技术不断走向成熟商用。据 Informa 不完全的统计, 截至 2010 年 6 月, 全球 WCDMA/HSPA 用户有 5.35 亿, 年增长率为 42.4%。而其中 HSPA 用户超过 50%, 仅 2010 年就新增 1.14 亿 HSPA 用户, 年增长率达到了 68.5%, 如图 1-7 所示。由此可见, HSPA 终端产业链的不断壮大和完善, 加速了传统 WCDMA 用户向 HSPA 用户的转变。

作为 HSPA 的后向演进技术, HSPA+正伴随着 HSPA 全球范围内的广泛部署和应用, 逐渐成为运营商向移动宽带网络升级演进的目标和方向。自 2009 年 2 月全球首张 HSPA+商用网络在澳大利亚正式投入运营以来, 已有 27%以上的 HSPA 运营商将其网络升级到了 HSPA+。据 GSA

¹ GSA 关于 HSPA 商用统计来源于 www.gsacom.com。