

TURING

图灵电子与电气工程丛书

TD-SCDMA 及其增强和演进技术

王亚峰 等编著
杨大成 审校



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵电子与电气工程丛书

TD-SCDMA 及其增强和演进技术

王亚峰 等编著
杨大成 审校

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

TD-SCDMA及其增强和演进技术/王亚峰等编著.

—北京:人民邮电出版社,2009.9

(图灵电子与电气工程丛书)

ISBN 978-7-115-21197-2

I. T… II. 王… III. 码分多址—移动通信—通信系统 IV. TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第133408号

内 容 提 要

TD-SCDMA是世界上第一个采用时分双工方式和智能天线技术的公共陆地通信系统,是我国首次提出并被国际认可的完整通信系统标准。本书全面反映了TD-SCDMA技术的发展历程、设计理念及最新成果,内容覆盖TD-SCDMA各个方面,包括TD-SCDMA高速链路分组接入、HSDPA/HSUPA的演进等3G的最新概念,详尽实用,是一本难得的TD-SCDMA教材及技术参考书。

本书适合作为高等院校通信等相关专业研究生教材,也可供通信领域的工程技术人员参考。

图灵电子与电气工程丛书

TD-SCDMA及其增强和演进技术

-
- ◆ 编 著 王亚峰 等
审 校 杨大成
责任编辑 朱 巍
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 27
字数: 722千字 2009年9月第1版
印数: 1-3 000册 2009年9月北京第1次印刷
ISBN 978-7-115-21197-2/TN
-

定价: 49.00元

读者服务热线: (010) 51095186 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

前 言

随着我国 3G 牌照的发放,第三代移动通信系统正式走入了普通老百姓的生活。3G 对普通消费者来说也不再那么神秘,它其实就是指第三代移动通信系统,主要包括 WCDMA、TD-SCDMA 和 CDMA2000 这 3 种不同的制式。与大家所熟知的第二代移动通信系统(2G)相比,3G 具有更高的频谱效率、更高的传输速率,从而可以支持更丰富的业务类型。其中 TD-SCDMA 是由中国首次提出的国际移动通信标准,该标准采用 TDD(时分双工)模式和智能天线等先进技术,是低码片速率的同步 CDMA 系统。

与其他第三代移动通信系统相比,TD-SCDMA(Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access,时分同步的码分多址)技术具有较为明显的特征。相对于采用 FDD(频分双工)模式的 WCDMA 和 CDMA2000,采用 TDD 模式的 TD-SCDMA 更适合于非对称的数据业务。TD-SCDMA 可以根据业务需求调整子帧中上下行链路的时隙转换点,从而合理配置上下行资源,灵活适应非对称业务的需求。此外,TD-SCDMA 系统还采用了联合检测、智能天线、上行同步和接力切换等先进技术,有效地提高了频谱效率。相比于 WCDMA 和 CDMA2000,TD-SCDMA 起步较晚。TD-SCDMA 的第一个版本为 R4,R5 版本在接入网侧增加了 HSDPA 功能,R6 版本针对 MBMS 业务进行了优化,在 R7 版本中增加了 HSUPA 功能。TD-SCDMA 进一步的演进是 LTE(Long Term Evolution)的 TDD 模式,在国内也被称作 TD-LTE。

在 3G 时代,运营商之间的竞争已经不再是同一技术体制下不同运营模式的竞争,而是整个产业链的竞争。产业链的发展水平决定了技术标准的最终发展。从 2004 年和 2005 年的产业化专项技术试验,到 2006 年的规模网络技术应用试验及 2007 年的扩大规模网络技术应用试验,直到 2008 年 4 月 1 日起的 TD-SCDMA 社会化业务测试和试商用,TD-SCDMA 的产业链在逐渐发展壮大。目前,系统、芯片、终端、软件及专用仪表等关键环节基本上都具备了多厂家供货能力,形成了完整的产业链。截至 2008 年底,中国国内 TD-SCDMA 网络的 3G 用户已达 41.9 万。虽然网络尚未完善,部分功能仍有待开发,但是 TD-SCDMA 技术已经展现了其巨大的市场潜力。

本书主要面向有一定移动通信技术背景、初步接触 TD-SCDMA 的移动通信工程师以及对 TD-SCDMA 感兴趣的业内人士和广大学生。本书从网络结构、系统接口、信令流程、无线资源管理、TD-SCDMA 的增强和演进技术、干扰分析、网络规划以及终端入网测试等多个方面对 TD-SCDMA 进行了较为全面的阐述。作者希望在展示 TD-SCDMA 各个版本不断发展的过程中,通过对相关技术的分析,使读者能够理解标准演进的技术背景。

全书共 13 章。第 1 章为概述,简要介绍了第三代移动通信系统发展现状、TD-SCDMA 发展历程以及技术特点;第 2 章介绍了 TD-SCDMA 的网络结构,TD-SCDMA 技术的引进对原有网络架构的影响以及 TD-SCDMA 核心网的组成和结构;第 3 章阐述了 Iu、Iub、Iur 等接入网接口的结构和功能;第 4 章重点讨论接入网接口中最重要、最具特点的空中接口;第 5 章重点讨论了 TD-SCDMA 系统的通信事件以及信令流程;第 6 章详细介绍了 TD-SCDMA 中使用的联合检测、动态信道分配、智能天线等关键技术;第 7 章阐述了 TD-SCDMA 系统中应用的无线资源管理算法;第 8 章详细介绍了 TD-SCDMA 下行增强技术——HSDPA;第 9 章详细介绍了 TD-SCDMA 上行增强技术——HSUPA;第 10 章阐述了 TD-SCDMA 的下一步演进技术 LTE;

第 11 章分析了 TD-SCDMA 系统下的干扰环境并介绍了不同的干扰分析方法；第 12 章全面介绍了 TD-SCDMA 网络规划的目标、方法以及流程；第 13 章则重点介绍了终端的入网测试，只有通过测试的终端才能取得入网许可证。

本书由北京邮电大学无线通信中心无线理论与技术实验室的研究人员编写完成，是作者多年从事 TD-SCDMA 及其演进和增强技术研究和开发的成果总结。本书第 1 章、第 13 章由王亚峰编写，第 2 章由路森、崔亚楠编写，第 3 章、第 6 章由祁建纲、王亚峰编写，第 4 章由王磊、于千编写，第 5 章、第 11 章由张京、乔金剑编写，第 7 章、第 10 章由李中年、王亚峰编写，第 8 章、第 9 章由郑毅、王亚峰编写，第 12 章由崔亚楠、王亚峰编写。全书由王亚峰副教授统稿，博士生导师杨大成教授审定。在本书的编写过程中，工业和信息化部电信研究院的李传峰高工对本书的内容提出了很好的建议，在此表示诚挚的感谢。

由于作者水平有限，加上时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请各位专家、同仁批评斧正。

目 录

第 1 章 概述	1	4.1.1 帧结构和时隙结构	60
1.1 第三代移动通信系统简介	1	4.1.2 物理层的信道	64
1.2 第三代移动通信主流技术的比较	4	4.1.3 信道的编码和复用	68
1.3 TD-SCDMA的发展历程	5	4.1.4 扩频与调制	72
1.4 TD-SCDMA技术的特点和优势	8	4.1.5 物理层过程	78
1.5 TD-SCDMA发展与演进	10	4.1.6 物理层的测量	82
参考文献	11	4.2 数据链路层和网络层	84
第 2 章 TD-SCDMA 系统网络结构	13	4.2.1 空中接口的整体结构	84
2.1 概述	13	4.2.2 MAC 子层	85
2.2 TD-SCDMA接入网结构	14	4.2.3 RLC 子层	92
2.2.1 无线网络控制器	17	4.2.4 分组数据汇聚协议子层	97
2.2.2 基站	17	4.2.5 广播/多播业务的子层	99
2.3 TD-SCDMA接入网络的演化过程	18	4.2.6 RRC 子层	100
2.4 TD-SCDMA核心网基本结构	19	参考文献	105
2.4.1 R99 网络结构及接口	19	第 5 章 TD-SCDMA 信令流程	106
2.4.2 R4 网络结构及接口	22	5.1 UE 的状态及寻呼流程	106
2.4.3 R5 网络结构及接口	24	5.1.1 UE 的状态	106
2.4.4 R6 网络结构及接口	27	5.1.2 寻呼流程	108
参考文献	30	5.2 空闲模式下的 UE	109
第 3 章 TD-SCDMA 接入网接口	31	5.2.1 概述	109
3.1 Iu 接口	31	5.2.2 PLMN 的选择和重选	110
3.1.1 概述	31	5.2.3 小区选择和重选	111
3.1.2 Iu 接口协议的功能和划分	34	5.2.4 位置登记	112
3.1.3 Iu 无线网络层控制平面协议	36	5.3 无线资源管理流程	112
3.1.4 CN-UTRAN 用户平面协议	37	5.3.1 业务连接建立流程	112
3.1.5 服务区广播协议 SABP	42	5.3.2 业务释放流程	122
3.2 Iur 接口	43	5.4 电路域信令流程	126
3.2.1 概述	43	5.4.1 呼叫控制	126
3.2.2 Iur 接口的协议结构	44	5.4.2 移动性管理	128
3.2.3 Iur 无线网络层控制平面协议	44	5.5 分组域信令流程	134
3.2.4 Iur 公共传输信道数据流用户平面协议	46	5.5.1 会话控制	134
3.3 Iub 接口	48	5.5.2 移动性管理	137
3.3.1 概述	48	5.6 切换流程	141
3.3.2 Iub 中 Node B 的逻辑模型	50	5.6.1 硬切换	141
3.3.3 Iub 接口协议结构	52	5.6.2 接力切换	145
3.3.4 Iub 接口无线网络层控制平面协议	52	参考文献	146
3.3.5 Iub 公共传输信道数据流用户平面协议	54	第 6 章 TD-SCDMA 关键技术	147
3.3.6 Iur/Iub DCH 数据流的用户平面协议	56	6.1 联合检测	147
参考文献	58	6.1.1 系统模型	147
第 4 章 TD-SCDMA 空中接口	60	6.1.2 联合检测算法	148
4.1 物理层	60	6.2 同步技术	150
		6.2.1 概述	150
		6.2.2 上行同步的建立	151
		6.2.3 上行同步的保持	151
		6.2.4 同步精度要求	151
		6.3 动态信道分配	152

6.3.1 动态信道分配概述	152	第 8 章 TD-SCDMA 增强技术	222
6.3.2 主要的 DCA 形式	152	——HSDPA	222
6.3.3 其他 DCA 方法	156	8.1 TD-SCDMA HSDPA 对 R4 的影响	222
6.3.4 DCA 的优缺点分析	157	8.1.1 引入 HSDPA 对体系架构的	222
6.4 智能天线	157	影响	222
6.4.1 智能天线的基本概念	157	8.1.2 引入 HSDPA 对无线资源	225
6.4.2 智能天线的工作原理和	158	管理的影响	225
关键技术	158	8.1.3 引入 HSDPA 对接入网	226
6.4.3 智能天线波束赋形	159	接口的影响	226
6.4.4 智能天线来波方向估计	163	8.2 TD-SCDMA HSDPA 的关键技术	227
6.4.5 智能天线在 TD-SCDMA 中的	167	8.2.1 自适应编码与调制技术	227
应用及有关问题	167	8.2.2 HARQ 技术	228
6.5 软件无线电	169	8.2.3 快速分组调度	230
参考文献	172	8.3 TD-SCDMA HSDPA 物理层结构	230
第 7 章 无线资源管理	173	8.3.1 HS-DSCH 和 HS-PDSCH	231
7.1 无线资源管理概述	173	8.3.2 HS-SCCH 信道	235
7.1.1 无线资源管理的组成	174	8.3.3 HS-SICH 信道	237
7.1.2 TD-SCDMA 无线资源	176	8.3.4 三个物理信道的相互配合	239
管理特点	176	8.4 TD-SCDMA HSDPA MAC 层技术	240
7.2 容量与干扰分析	176	8.4.1 HS-DSCH MAC 层结构	242
7.2.1 上行容量	177	——UE 侧	242
7.2.2 下行容量	179	8.4.2 HS-DSCH MAC 层结构	245
7.3 接纳控制	181	——UTRAN 侧	245
7.3.1 上行链路负载估计 (测量)	182	8.4.3 协议数据单元	248
7.3.2 下行链路负载估计	183	8.4.4 HS-DSCH 发送与接收的	249
7.3.3 接纳控制策略	184	MAC 控制	249
7.3.4 上行链路接纳控制	185	8.5 TD-SCDMA HSDPA UE	251
7.3.5 下行接纳控制	187	8.5.1 UE 能力	251
7.4 负载控制	187	8.5.2 无线接入能力组合	252
7.4.1 过载识别	188	8.6 TD-SCDMA HSDPA 的移动性管理	252
7.4.2 拥塞解决方法	189	8.6.1 HS-DSCH 服务小区的改变	253
7.5 功率控制	190	8.6.2 Node B 内 HS-DSCH 小区	254
7.5.1 原理与分类	190	同步切换	254
7.5.2 TD-SCDMA 系统中的	193	8.6.3 硬切换中 Node B 间 HS-DSCH	254
功率控制	193	同步切换	254
7.6 切换控制	199	8.6.4 激活集更新后 Node B 间	255
7.6.1 切换分类	199	同步切换	255
7.6.2 TD-SCDMA 切换机制	200	8.7 TD-SCDMA HSDPA 与 WCDMA	255
7.6.3 接力切换性能简要分析	205	HSDPA 比较	255
7.7 动态信道分配	205	8.7.1 WCDMA 和 TD-SCDMA	255
7.7.1 信道分配技术分类	206	HSDPA 的相同点	255
7.7.2 TD-SCDMA 动态信道	208	8.7.2 WCDMA 和 TD-SCDMA	256
分配技术	208	HSDPA 的不同点	256
7.7.3 动态信道分配的实现过程	210	8.8 多载波 TD-SCDMA HSDPA	259
7.7.4 码分配策略	211	8.8.1 MAC 层的变化	261
7.8 调度算法	213	8.8.2 RRC 层的变化	262
7.8.1 分组调度信道类型	214	8.8.3 Iub 接口的变化	262
7.8.2 分组调度典型算法	216	参考文献	262
7.8.3 分组调度器和其他 RRM	220	第 9 章 TD-SCDMA 增强技术	264
算法的关系	220	——HSUPA	264
参考文献	221	9.1 HSUPA 协议构架	264

9.1.1 无线接入网结构	264	10.7 物理层	317
9.1.2 协议架构	265	10.7.1 LTE 物理层结构	318
9.1.3 引入 HSPA 对 R4 的影响	266	10.7.2 LTE 的资源分配	322
9.2 TD-SCDMA HSPA 的关键技术	268	10.7.3 物理层传输信号的产生	323
9.2.1 基于 Node B 控制的快速 分组调度	268	10.8 LTE TDD 的发展方向	328
9.2.2 上行链路混合自动重传	271	10.9 HSPA+	328
9.2.3 自适应调制编码	272	10.9.1 HSPA+ 技术目标	329
9.3 HSPA 物理层	272	10.9.2 HSPA+ 中的 MIMO	329
9.3.1 TD-SCDMA HSPA 的信道	273	10.9.3 高阶调制与终端类别	333
9.3.2 物理层基本结构	277	10.9.4 CPC	333
9.3.3 E-DCH 编码和调制	278	10.9.5 增强型的 CELL-FACH 状态	335
9.4 相关信令和流程	283	10.9.6 RLC 协议的增强	336
9.4.1 HARQ 的控制信令	284	10.9.7 HSPA+ 总结	337
9.4.2 与 Node B 调度相关的上行 信令操作	285	参考文献	337
9.4.3 Node B 调度相关的调度信令 上行调度信息	286	第 11 章 TD-SCDMA 干扰分析	338
9.4.4 E-AGCH 携带的信令信息	287	11.1 干扰分析概述	338
9.5 TD-SCDMA HSPA MAC 层技术	287	11.2 噪声	338
9.5.1 MAC 层复用	287	11.3 TD-SCDMA 系统内干扰	339
9.5.2 UE 侧 MAC 结构	287	11.3.1 小区内干扰	339
9.5.3 UTRAN 侧的 MAC 结构	290	11.3.2 小区间干扰	341
9.6 HSPA 业务性能与 UE 能力	293	11.4 TD-SCDMA 系统间干扰	344
9.6.1 UE 类型	293	11.4.1 系统间干扰类型	345
9.6.2 系统提供的业务	294	11.4.2 系统间干扰分析方法	347
9.7 TD-SCDMA HSPA 的移动性管理	294	11.4.3 TD-SCDMA 系统间的干扰	349
9.8 TD-SCDMA HSPA 与 WCDMA HSPA 比较	294	11.4.4 TD-SCDMA 与 DCS1800 系统之间的干扰	352
9.8.1 干扰控制上的差异	294	11.4.5 TD-SCDMA 与 FDD-CDMA 系统之间的干扰	355
9.8.2 调度控制上的差异	296	11.4.6 TD-SCDMA 和 PHS 系统 之间的干扰	357
9.8.3 HARQ 方式上的差异	296	参考文献	360
参考文献	296	第 12 章 TD-SCDMA 网络规划	361
第 10 章 TD-SCDMA 的进一步演进	298	12.1 TD-SCDMA 网络规划概述	361
10.1 OFDM 技术与 OFDMA 方式	298	12.1.1 规划目标	361
10.1.1 OFDM 基本原理	299	12.1.2 规划内容	363
10.1.2 保护间隔	301	12.1.3 规划流程	364
10.1.3 OFDM 的优缺点	303	12.2 TD-SCDMA 链路预算	368
10.1.4 OFDMA 方式	303	12.2.1 概述	368
10.2 LTE/SAE 设计要求	304	12.2.2 上行链路预算	370
10.2.1 LTE E-UTRAN 设计要求	304	12.2.3 下行链路预算	371
10.2.2 SAE 设计要求	306	12.2.4 传播模型选择	372
10.3 LTE 网络架构	307	12.2.5 链路平衡	373
10.3.1 SAE 网络架构	308	12.2.6 基站覆盖能力分析	374
10.3.2 LTE 接入网架构	309	12.3 TD-SCDMA 容量规划	375
10.3.3 SAE/LTE 网络功能划分	310	12.3.1 概述	375
10.3.4 LTE 的 RRC 状态	311	12.3.2 TD-SCDMA 系统容量的特点	376
10.4 LTE 空中接口体系架构	311	12.3.3 容量规划	376
10.5 LTE 中的信道	313	12.3.4 覆盖与容量的关系	380
10.6 MAC 层	315	12.4 小区规划	380
10.6.1 调度	315	12.4.1 基站规划	380
10.6.2 HARQ	317	12.4.2 组网规划	383

12.4.3 频率规划	383	13.5.2 IMSI 附着拒绝	403
12.4.4 时隙规划	384	13.5.3 位置区更新	403
12.4.5 码规划	385	13.5.4 路由区更新	404
参考文献	387	13.5.5 切换	404
第 13 章 TD-SCDMA 终端入网测试	388	13.5.6 短消息	405
13.1 一致性测试	388	13.5.7 电路域数据业务 (可视电话) ..	406
13.1.1 射频一致性测试	388	13.5.8 并发业务	407
13.1.2 协议一致性测试	392	13.5.9 呼叫性能	409
13.1.3 无线资源管理一致性测试	393	13.6 可靠性测试	410
13.1.4 USIM/ME 接口 (Cu 接口) 一致性测试	395	13.6.1 电压	410
13.1.5 音频一致性测试	398	13.6.2 高低温	410
13.2 基本功能、业务和性能测试	398	13.6.3 恒定湿热	411
13.2.1 电信业务	398	13.6.4 振动	411
13.2.2 承载业务	399	13.6.5 跌落	411
13.2.3 补充业务	400	13.6.6 按键	411
13.2.4 UE 基本功能	400	13.6.7 翻盖 (滑盖) 寿命	411
13.3 高层业务测试	401	13.7 电池、充电器测试	411
13.3.1 MMS 业务	401	13.7.1 电池性能	411
13.3.2 WAP 业务	402	13.7.2 充电器安全性	412
13.3.3 流媒体业务	402	13.8 EMC、SAR 测试	413
13.3.4 Java 业务	402	13.8.1 EMC 测试	413
13.4 耗电性能测试	403	13.8.2 SAR 测试	415
13.5 外场业务性能测试	403	参考文献	416
13.5.1 IMSI 附着和去附着	403	缩略语	417

第1章 概 述

1999年11月初,伴随芬兰赫尔辛基国际电联大会帷幕的徐徐落下,由大唐集团代表中国提交的TD-SCDMA技术,与美国提交的CDMA 2000技术、欧洲提交的WCDMA技术一起被列为第三代移动通信系统候选技术方案。虽然它们都是基于CDMA技术的,但CDMA 2000和WCDMA采用的是FDD双工方式,而TD-SCDMA采用的是TDD双工方式。由于TDD系统上下行信道特性的对称性,TD-SCDMA可以采用多项不同于FDD系统的关键技术,如智能天线、上行同步、联合检测、动态信道分配等。

2000年5月,在土耳其伊斯坦布尔召开的国际电联全会上,经投票表决,TD-SCDMA被正式列为国际3G三大主流标准之一。这一中国人拥有自主知识产权的3G技术解决方案,是中国电信发展史上具有里程碑意义的重大突破。

1.1 第三代移动通信系统简介

自20世纪80年代以来,移动通信技术在全球范围内迅速发展。据总部设在日内瓦的国际电信联盟的报告称,截至2008年年底,全球手机注册用户已经达到41亿,普及率为61.1%^[1]。而国家发展和改革委员会高技术产业司发布的“2008年我国电话用户发展情况”报告显示,截至2008年年底,我国移动电话总数约为6.41亿部^[2],普及率为48.5%。据国外媒体报道,市场调研机构MIC公布最新调查数据显示,预计到2012年全球手机用户将达到45亿,手机的普及率将上升至64.7%。第三代移动通信技术在全球主要国家将开始普及。

移动通信在经历了第一代模拟移动通信系统和第二代数字移动通信系统之后,现在又进入了一个新的发展时期,即人们普遍关注的第三代移动通信系统(3G)。

第一代移动通信系统是模拟移动通信系统。从20世纪40年代中期到70年代中期,主要提供公用汽车电话业务,采用大区制,可以实现人工交换与公众电话网的接续。20世纪60年代中期开始进行自动交换与公众电话网的接续,并且由于频率合成器的出现,信道间隔变小,信道数量增加。从20世纪70年代中期到90年代初期,主要解决在用户增加而频道有限的情况下如何提高频谱利用率的问题。开始是贝尔实验室提出了蜂窝系统概念,解决了频率复用的问题,进而发展了小区制大容量系统。20世纪80年代,大规模集成电路技术及计算机技术的发展突飞猛进,长期难以解决的移动通信终端小型化的问题得到了初步解决,这又给移动通信的发展打下了一次基础。于是,美国提出了基于小区制的第一个蜂窝通信系统——AMPS系统,这在移动通信发展历史上具有里程碑的意义。随后,欧洲各国和日本都开发了各自的蜂窝移动通信网络。具有代表性的有欧洲的TACS、北欧的NMT-450/900、德国的C-450/900和日本的NTT等。第一代模拟系统主要建立在频分多址(FDMA)接入和蜂窝频率复用的理论基础上,在商业上取得了巨大成功。它的主要问题是:所支持的业务单一(主要是语音),频谱利用率低,无法与固定网向数字化推进相适应,不能漫游,保密性差,等等。

由于第一代模拟移动通信系统存在的缺陷和市场对移动通信容量的巨大需求,又加上语音数字处理技术的日益成熟,第二代数字移动通信系统渐渐发展起来。20世纪80年代初期,欧洲电信管理部门成立了一个称为GSM移动特别小组的专题小组,来研究和发展泛欧各国统一的数字移动通信系统技术规范。1988年确定了采用以时分多址(TDMA)为多址技术的主要建

议与实施计划,1990年开始试运行,然后进行商用,到1993年中期已经取得了相当大的成功,吸引了全世界的注意,现已成为世界上最大的移动通信网。美国于1990年确定了采用以TDMA为多址技术的数模兼容的数字移动通信系统D-AMPS。1992年美国高通公司发展了基于CDMA技术的IS-95数字移动通信系统。该系统不仅数模兼容,而且系统容量是模拟系统的20倍,数字TDMA系统的4倍。日本于1993年发展了自成一体的采用TDMA为多址技术的数字移动通信系统JDC^[3]。虽然第二代数字移动通信系统较第一代模拟移动通信系统有很大的改进,比如具有较高的频谱效率、良好的语音质量及保密性等,但也存在许多问题。例如,没有统一的国际标准,不能满足移动通信容量的巨大需求,不能经济地提供高速数据和多媒体业务,不能有效支持因特网业务等。

第一代移动通信系统为人们开辟了移动通信的崭新天地,第二代移动通信系统则让普通人享受到移动通信的方便和益处。然而,在第二代数字移动通信系统中,通信标准的无序性所产生的百花齐放局面,在极大地促进了移动通信前期局部性高速发展的同时,也严重制约了移动通信后期全球性的进一步开拓,即包括不同频带利用在内的多种通信标准并存局面,使得“全球通”漫游业务很难真正实现,同时现有带宽也无法满足信息内容和数据类型日益增长的需要。随着人们物质文化生活水平的进一步提高,对移动通信业务的需求也越来越大,目前的第二代移动通信系统在容量和业务能力方面均不能满足社会的巨大需求,因此,第二代移动通信系统必将被第三代移动通信系统所取代。

同时,第二代移动通信所投入的巨额软硬件资源和已经占有的庞大市场份额决定了第三代移动通信只能与第二代移动通信在系统方面兼容地平滑过渡,同时也就使得第三代移动通信标准的制定显得复杂多变,难以确定。

第三代移动通信系统在1985年由国际电信联盟(ITU)提出,当时被称为未来公众陆地移动通信系统(FPLMTS)。1991年ITU-R成立TG8/1任务组,负责FPLMTS标准制定工作,1992年ITU召开世界无线电行政大会(WARC),对FPLMTS的频谱进行划分,将1885~2025 MHz和2110~2200 MHz共230MHz的频段分配给FPLMTS。1994年ITU-T和ITU-R正式携手研究FPLMTS,ITU-T负责网络方面的工作,ITU-R负责无线接口方面的标准化工作。1996年FPLMTS更名为IMT-2000,意思是该系统使用2000 MHz左右频段,提供业务速率高达2000 kbit/s,计划在2000年左右试运行。

根据IMT-2000系统的基本标准,第三代移动通信系统主要由4个功能子系统构成,分别是核心网(CN)、无线接入网(RAN)、移动台(MT)和用户识别模块(UIM),且基本对应于GSM系统的交换子系统(SSS)、基站子系统(BSS)、移动台(MS)和SIM卡4部分。其中核心网和无线接入网是第三代移动通信系统的重要内容,也是第三代移动通信标准制定中最难实现的技术内容。

按照当时的设想,第三代移动通信系统应该具有以下特点。

(1) 可在全球范围覆盖和使用,可与固定网络业务及用户互连,无线接口的类型尽可能少,具有高度兼容性。

(2) 具有与固定通信网络相比拟的高语音质量和高安全性。

(3) 具有在本地采用2 Mbit/s高速率接入和在广域网采用384kbit/s接入速率的数据率分段使用功能。

(4) 具有在2 GHz左右的高效频谱利用率,且能最大程度地利用有限带宽。

(5) 移动终端可连接地面网和卫星网,可移动使用和固定使用,可与卫星业务共存和互连。

(6) 能够处理包括因特网和视频会议、高数据率通信和非对称数据传输在内的分组和电路

交换业务。

- (7) 支持分层小区结构, 也支持包括用户向不同地点通信时浏览因特网的多种同步连接。
- (8) 语音只占移动通信业务的一部分, 大部分业务是非语音数据和视频信息。
- (9) 一个共用的基础设施, 可支持同一地方的多个公共的和专用的运营公司。
- (10) 手机体积小、重量轻, 具有真正的全球漫游能力。
- (11) 具有根据数据量、服务质量和使用时间, 而不是以距离为收费参数的新收费机制。

1997 年初, ITU 要求在 1998 年 6 月 30 日前提交候选的 IMT-2000 无线接口技术方案。为了能够在第三代移动通信标准的竞赛中取得领先地位和技术先机, 为了取得第三代移动通信系统的数万亿美金的巨大市场, 各个国家、地区、公司和标准化组织, 都纷纷基于这些要求提出了自己的技术标准。到 1998 年 6 月 30 日标准征集截止日期, ITU 共收到欧洲的 UTRA 和 E-DECT, 北美的 CDMA 2000、UWC136 和 WIMS, 日本的 WCDMA, 韩国的 CDMA1 和 CDMA2, 中国的 TD-SCDMA 等共计 10 个公众陆地移动通信系统标准。然后, ITU 开始了对这 10 个候选标准的技术评估和融合。

评估结果显示, 中国的 TD-SCDMA 方案完全满足国际电联对第三代移动通信的基本要求。在所有提交的标准提案中, 它是唯一采用智能天线技术、上行同步等先进技术的系统, 具有明显的技术优势。更重要的是, 中国的标准一旦被采用, 将会改变我国以往在移动通信技术方面受制于人的被动局面。在经济方面, 可减少昂贵的国外专利提成费, 为国家带来巨大的经济利益; 在市场方面, 会彻底改变过去只有运营市场没有产品市场的畸形布局, 从而使我国获得与国际同步发展移动通信的平等地位。我国在第一代和第二代移动通信系统标准中都是空白的, 现在提出的 TD-SCDMA 系统能作为国际第三代移动通信系统的主流标准, 是我国移动通信历史上的重大突破, 标志着我国在国际移动通信技术领域已经占有一席之地。

虽然 ITU 在第三代移动通信系统标准的发展过程中起着积极的推进作用, 但是, ITU 的建议并不是完整的规范; 它主要负责标准的发布和管理工作, 而标准的技术细节主要由 3GPP 和 3GPP2 两个国际组织根据 ITU 的建议进一步完成。3GPP 和 3GPP2 的标准化对应工作如图 1-1 所示。3GPP 是由欧洲的 ETSI、日本的 ARIB、美国的 T1、韩国的 TTA 和中国的 CWTS 为核心成员发起的, 3GPP 制定 WCDMA 和 TD-SCDMA 的标准细节, 其特点是主要基于 GSM-MAP 核心网。3GPP2 是由美国的 TTA、日本的 ARIB、韩国的 TTA 和中国的 CWTS 为核心成员发起的, 3GPP2 制定 CDMA 2000 的标准细节, 主要是基于 ANSI-41 核心网^[4]。目前, 3GPP 和 3GPP2 两个标准组织也在积极地进行兼容和互连互通接口工作^[5]。

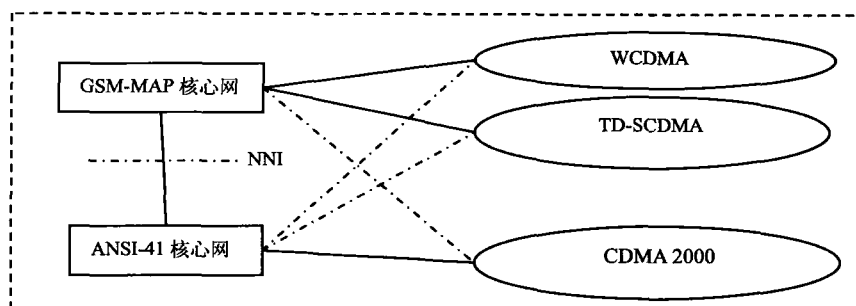


图 1-1 3GPP 和 3GPP2 的标准化对应工作

负责 WCDMA 和 TD-SCDMA 标准细节的 3GPP, 从 1998 年成立以后, 由于通信公司、研

究机构等各成员的努力,完成了大量的技术规范,已经发布了 R99 和 R4 至 R8 的 6 个标准版本,并与 GSM 系统标准结合,形成了一个统一的整体,这为第三代移动通信网络的平滑演进和业务逐步开展奠定了很好的基础。

1.2 第三代移动通信主流技术的比较

3G 为 3rd Generation 的缩写,意即第三代移动通信技术。自问世至今,手机经历了第一代模拟制式手机(1G)和第二代 GSM、CDMA 等数字手机(2G),而当前通信运营商和终端产品制造商倡导的 3G 是指将无线通信与因特网等多媒体通信结合的新一代移动通信系统。它能够处理图像、语音、视频流等多种媒体形式,提供包括网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息服务,为手机融入多媒体元素提供强大的支持。

第三代通信系统的主要目标定位于实时视频、高速多媒体和移动因特网访问业务。利用先进的空中接口技术、分组交换技术,再加上对频谱的高效利用,是可以实现上述业务的。高数据容量可使移动用户与因特网更贴近。除了增加一定的技术复杂性外,基于 ATM 或 IP 技术的网络通信将会极大降低语音、数据业务的成本。

3G 技术的标准即为 ITU 确定的 WCDMA、CDMA 2000 和 TD-SCDMA 3 个主流 3G 标准。

WCDMA (Wideband CDMA, 宽带码分多址)是由 GSM 网络发展出来的 3G 技术规范,其支持者主要是以 GSM 系统为主的欧洲厂商,包括欧美的爱立信、诺基亚、朗讯、北电以及日本的 NTT、富士通、夏普等厂商。这套系统能够架设在现有的 GSM 网络上,对于系统提供商而言可以较方便地过渡,GSM 系统相当普及的亚洲对这套新技术的接受度会比较高。因此,WCDMA 具有先天的市场优势。目前 WCDMA 网络在世界上的运营已经比较成功。

在技术上,WCDMA 主要采用了带宽为 5MHz 的宽带 CDMA 技术,上、下行快速功率控制,下行发射分集,基站间可以异步操作。

CDMA 2000 是在 IS-95 系统的基础上由美国高通公司为主导提出,摩托罗拉、朗讯和韩国三星都已参与。CDMA 2000 是 3 个 3G 标准中技术成熟最早的。受限于产业链的发展水平,其用户市场份额从 2007 年底的 12.3%下降到 2008 年 6 月底的 12.1%,但用户数仍然保持增长。而 WCDMA 用户市场份额从 2007 年底的 4.4%上升到 2008 年 6 月底的 6.8%。

CDMA 2000 技术的选择和设计最大限度地考虑和 IS-95 系统的后向兼容,很多基本参数和特性都是相同的,并在无线接口采用了增强技术。例如,提供反向导频信道,使反向相干解调成为可能;前向链路可采用发射分集方式,提高了信道的抗衰落能力;增加了前向快速功率控制,提高了前向信道的容量;业务信道可采用 Turbo 码,使容量进一步提高;引入了快速寻呼信道,减少了移动台功耗,增加了移动台的待机时间等。

TD-SCDMA (Time Division-Synchronous CDMA) 标准将智能无线、同步 CDMA、软件无线电、联合检测和接力切换等当今国际领先技术融于其中。由于中国国内庞大的市场,该标准受到主要电信设备厂商的重视。核心网设备方面,所有 3GPP 的系统厂商都支持 TD-SCDMA。在终端方面,三星、LG、摩托罗拉目前已经推出了 TD-SCDMA 手机,诺基亚也计划于 2009 年底推出自己的 TD-SCDMA 手机。在全球前 5 大手机厂商中只有索尼爱立信对于是否介入 TD 还处于“研究”阶段。在中国移动的前两期招标中,国内厂商的市场份额占绝对优势,因此 TD-SCDMA 标准对于中国移动通信产业实为一大机遇。

WCDMA 和 CDMA 2000 都是采用 FDD 模式,而 TD-SCDMA 采用的是 TDD 模式。TDD 模式本身固有的特点突破了 FDD 技术的很多限制,如上、下行工作于同一频段,不需要大段的

连续对称频段，等等，在频率资源日益紧张的今天，这一点尤显重要。这样，基站端的发射机可以根据在上行链路获得的信号来估计下行链路的多径信道的特性，便于使用智能天线等先进技术；同时能够简单方便地适应于第三代移动通信传输上、下行非对称数据业务的需要，提高系统频谱利用率。这些优势都是 FDD 系统难以实现的。因此，随着技术的发展，国际上对使用 TDD 的 CDMA 技术日益关注。

此外，TD-SCDMA 综合了 TDD 和 CDMA 的所有技术优势，具有灵活的空中接口，并采用了智能天线、联合检测等先进技术，具有相当高的技术性。

表 1-1 对 WCDMA、TD-SCDMA 和 CDMA 2000 的主要技术性能进行了比较^[6]。其中仅有 TD-SCDMA 方式使用了智能天线、联合检测和同步 CDMA 等先进技术，所以在系统容量、抗干扰能力方面具有突出的优势。

表 1-1 三种主流第三代移动通信系统标准的主要技术性能

	WCDMA	CDMA 2000	TD-SCDMA
载频间隔	5 MHz	1.25 MHz	1.6 MHz
码片速率	3.84 Mchips/s	1.2288 Mchips/s	1.28 Mchips/s
帧长	10 ms	20 ms	10 ms (分为两个子帧)
基站同步	不需要	需要	需要
功率控制	快速功控：上、下行 1500 Hz	反向：800 Hz，前向：慢速、快速功控	0~200 Hz
下行发射分集	支持	支持	支持
频率间切换	支持，可用压缩模式测量	支持	支持，可用空闲时隙测量
检测方式	相干解调	相干解调	联合检测
信道估计	公共导频	前向、反向导频	DwPCH、UpPCH、中间码
编码方式	卷积码，Turbo 码	卷积码，Turbo 码	卷积码，Turbo 码
智能天线	不支持	不支持	支持
同步 CDMA	不支持	不支持	支持

三种主流技术相比较而言，TD-SCDMA 具有较明显的优势，主要体现在频率安排灵活、组网灵活、频谱利用率高、设备成本低等方面。

1.3 TD-SCDMA 的发展历程

到目前为止，TD-SCDMA 的发展历程大致分为以下 5 个阶段。

1. 准备阶段

1995 年到 1998 年 6 月。1995 年 11 月，原邮电部电信科学技术研究院和 Cwill 公司合资成立了北京信威通信技术股份有限公司（简称信威公司），以电信科学技术研究院李世鹤博士、陈卫博士、徐广涵博士等为首的科研人员承担了国家九五重大科技攻关项目——基于 SCDMA 的无线本地环路（WLL）系统研制，中国的 3G 标准 TD-SCDMA 开始孕育。项目于 1997 年底通过国家验收，后获国家科技进步一等奖。原邮电部批准在此基础上按照 ITU 对照第三代移动通信系统的要求形成我国第三代移动通信系统（TD-SCDMA）RTT 标准的初稿。1998 年 6 月 30 日，大唐电信集团的前身电信科学技术研究院，将代表中国提出的 TD-SCDMA 标准提交给 ITU。

2. 标准确立阶段

1998 年 6 月到 2000 年 5 月。该阶段从 TD-SCDMA 第三代移动通信系统 RTT 标准的初稿提交开始。ITU 于 1998 年 11 月召开会议通过 TD-SCDMA 成为 ITU 的 10 个公众陆地第三代移

动通信系统候选标准之一。之后, TD-SCDMA 在国际上引起强烈反响, 得到西门子等知名公司的重视和支持。同时, 重庆邮电学院通过原信息产业部立项, 启动了与 TD-SCDMA 第三代移动通信系统 RTT 技术配合的核心网技术研究, 并向 ITU 提交了 3 份协议草案, 其中基于直接归属命令的 VHE 业务控制规程被 ITU 采纳, 写入 ITU Q.1721/Q.FIF 标准中。1999 年 4 月, 李世鹤博士率领电信科学研究院和重庆邮电学院的 6 位技术人员到德国西门子公司讨论 TDD 标准融合与系统设计问题, 并开始了 TD-SCDMA 的技术验证准备。其后, 在原信息产业部领导下, 通过电信科学技术研究院、中国移动、中国联通、中国电信、重庆邮电学院和西门子公司等在一系列国际标准会议上的艰苦努力, 1999 年 11 月 5 日, 3G 技术委员会主席宣布中国提出的标准写入了建议书, 这意味着 TD-SCDMA 成为国际标准已成定局。2000 年 5 月, 在土耳其召开的国际电联全会上, 经投票表决, 由中国大唐集团提出的 TD-SCDMA 系统, 与欧洲提出的 WCDMA 和美国提出的 CDMA 2000 被正式列为国际 3G 三大标准之一。

3. 技术验证阶段

2000 年 5 月到 2002 年 2 月。1999 年第四季度, 电信科学研究院成立了专门的 TDD 开发部, 负责开发 TSM (基于 GSM 核心网的 TD-SCDMA 标准) 设备, 在基站开发方面与西门子公司合作, 在测试终端开发方面与重庆邮电学院合作。2001 年 3 月基站和测试终端先后开发完成, 实现了语音呼叫, 其后大唐和西门子公司对基站改进升级, 2001 年 7 月重庆邮电学院也在重庆开始独立开发 TSM 终端。2001 年 10 月 25 日, 国家颁布了 3 个 3G 标准的 TDD 频段, 分布在 1880~1920 MHz、2010~2025 MHz、2300~2400 MHz, 共 155 MHz。其中, 1900~1920 MHz 和 2010~2025 MHz 正是国际电联确定的全球 3G 通信核心频段。TD-SCDMA 的研发一直受到国家的高度重视, 先后被列为国家科技部“863”项目、信息产业部重大科技攻关项目和移动通信专业项目及国家计委“十五”产业化示范工程项目和北京市科委科技计划项目, 并于 2002 年 1 月以最优等级通过了中国第三代移动通信系统研究开发项目 C3G/863 总体组的验收。2002 年 2 月, 为业界所关注的第一次 TD-SCDMA 户外移动通话公开演示会取得了圆满成功。2002 年 3 月, 大唐移动通信设备有限公司挂牌成立, 拉开中国 TD-SCDMA 技术全面产业化的序幕。

4. 产品开发阶段

2002 年 2 月至 2005 年年底。这一阶段是 TD-SCDMA 发展的关键时期。2002 年 10 月 30 日, TD-SCDMA 产业联盟成立大会在人民大会堂隆重举行, 大唐移动、华立、华为、联想、中兴、中国电子、中国普天等 7 家知名通信企业成为首批成员, 并成为了联盟的理事单位^[7]。产业联盟的成立标志着 TD-SCDMA 得到了通信制造业的整体响应。其后, 联盟于 2003 年 12 月吸纳了重邮信科、天碁科技、海信集团、凯明、海天、展讯 6 家专注芯片开发和手机研制的企业。这样的阵营覆盖了从系统到终端的产业链, 被视为 TD-SCDMA 产业化进程中的重大里程碑。

2002 年 11 月, UT 斯达康与大唐移动在北京正式签署合作协议, 共同开发 TD-SCDMA 系统设备。2003 年 1 月, 大唐移动授权意法半导体使用 TD-SCDMA 专利技术开发多模式多媒体的片上系统。2003 年 8 月 29 日, 西门子和华为在北京成立了一家研发 TD-SCDMA 技术的公司。发改委、科技部和信产部大力支持, 不仅在 3G 无线频谱的规划中为 TD-SCDMA 预留出了 155 MHz 的非对称频段, 还为联盟的研发投入了 7 亿人民币的启动资金。2003 年 11 月大唐和西门子在北京联合参加国际通信展, 得到了业界的高度赞扬。重邮信科独立研制的第二版 TSM 小手机利用通用芯片和软件无线电技术完成, 是世界上第一款基于 TSM 的 TD-SCDMA 手机^[8], 为 TD-SCDMA 手机产业化和商用化打下了良好的基础。TSM 手机的研制成功, 彻底改变了中国目前还没有一例 TD-SCDMA 手机的历史, 同时也走出了 TD-SCDMA 制式只有网络设备而没有终端设备的窘境, 也进一步证实了 TD-SCDMA 制式在技术上的可行性和先进性。

2003 年 12 月, 国家宣布了对 WCDMA、CDMA 2000 和 TD-SCDMA 3 种第三代移动通信系统进行商用前的大规模外场测试, TD-SCDMA 得到了中国移动、中国联通、中国电信、中国网通、中国铁通和中国卫通 6 家运营商的集体支持。2004 年 3 月, TD-SCDMA 第二阶段测试启动, 9 月完成测试和总结。2004 年 8 月 18 日, 大唐移动、飞利浦电子和三星电子组建的北京天碁科技有限公司 (T3G) 推出首个 TD-SCDMA/GSM/GPRS 双模手机芯片。2004 年 10 月 8 日, “3G 在中国” 2004 全球峰会开幕, 首日公布 3G 二阶段测试结果及分析报告。报告给出了在单系统设备测试中对 TD-SCDMA 两款终端的测试情况, 包括基本的业务、终端功能和对终端的耗电性能测试。还有智能天线多个天线单元发送信号处理, 智能天线对 TD-SCDMA 定位能力等情况良好。另外对设备厂商提供的设备接口进行了测试。对网关测试的情况, 主要是对基本光缆的测试, 测试的情况都比较好。2005 年 4 月 16 日, UT 斯达康、上海贝尔阿尔卡特、众友科技、上海迪比特、英华达、中山通宇、中创信测 7 家公司加入 TD-SCDMA 产业联盟。截止目前, TD-SCDMA 产业联盟已经吸纳了 48 家国内外知名的通信企业成员^[7]。

5. 试商用和推广阶段

2006 年初至今。2006 年 1 月 20 日, 信产部宣布 3G 三大国际标准之一的“中国标准” TD-SCDMA 为我国通信行业标准, 这意味着这一标准技术方案已经成熟, 能够指导企业进行制造生产。从 2006 年 3 月 TD-SCDMA 规模试验网方案出炉以来, 由信息产业部牵头部署, 中国移动、中国电信和中国网通 3 家运营商在 5 个城市对 TD-SCDMA 进行测试, 测试地点在北京、上海已有试验网的基础上增加了保定、青岛、厦门三个城市。测试分为 3 个阶段, 2006 年 2 月~6 月为网络建设阶段, 2006 年 6 月~10 月为测试验证阶段, 2006 年 11 月份以后主要进行了友好用户的发放阶段。此轮测试的重点是无线网络性能、可运行维护、互联互通和网间漫游。在各大运营商和制造商的协同配合下, 每个城市都基本上部署了 100 多个基站, 测试终端数量达 5000 多个。通过这次试验, TD-SCDMA 的关键技术和网络性能得到了全面验证, 包括智能天线、联合检测、功率控制、动态信道分配等, 测试结果证实 TD-SCDMA 的相关技术和产品正在不断走向成熟。此外, 随着社会友好用户的全面放号工作的开展, 运营商也开始提供及时全面的客户服务。TD-SCDMA 规模试验网测试的顺利结束, 实际上宣告了 TD-SCDMA 从技术上完全符合 3G 商务运营的需求。

从 2007 年 3 月开始, TD 大规模试验网招标, 金额达 267 亿元, TD-SCDMA 开始了扩大规模网络技术应用试验, 测试城市在原来青岛、保定、厦门 3 座城市的基础上, 新增了天津、沈阳和秦皇岛 3 座奥运城市, 此外还有广州和深圳 2 个移动通信发展迅速的城市, TD-SCDMA 将在这些城市全面铺开。其中, 北京、上海、天津、沈阳、秦皇岛、广州、深圳和厦门 8 个城市由中国移动负责承建扩容, 2007 年第一季度开始建网。青岛和保定分别由中国网通和中国电信负责扩容, 也从 2007 年第一季度启动扩容计划, 10 月底完成。在原信息产业部的统一安排下, 运营商和相关研究机构还组织了 TD-SCDMA 核心网与系统设备之间的互连测试——Iu IOT 测试, 即核心网与无线接入网之间进行的互操作测试。诺基亚、中兴、华为、阿尔卡特、爱立信、北电、UT 斯达康 7 家 TD-SCDMA 核心网系统设备厂商都在积极进行核心网的测试。截止到 2007 年 3 月底, 大唐、中兴、鼎桥、爱立信、普天等厂商均已经完成互操作测试。从 2007 年 3 月起, 已有包括中兴、大唐、夏新、联想等在内的 10 余家企业的 20 多款手机终端排队申请入网许可证。同时, TD-SCDMA 手机也将开始进入以移动数据和视频传输等 3G 主流功能为主要目标的第二轮测试。这预示着 TD 正式商用前的测试已经进入收尾阶段。

2008 年 4 月 1 日起, 中国移动在其所承建的 8 个城市正式启动 TD-SCDMA 的社会化业务测试和试商用, 邀请不同行业部门的代表客户参与 TD 终端、网络和业务的全方位测试, 免费

提供测试终端和数据卡,给予话费补贴。2008年7月,青岛和保定2个城市也正式启动社会化业务测试和试商用。2008年4月的测试用户最开始为2万名,到2008年11月止,已经试商用的TD-SCDMA在以上10个城市的用户已经超过34万。

2008年11月25日召开的“第九届中国无线国际峰会”上,工业和信息化部副部长奚国华表示,新一轮电信重组非常成功,发放3G牌照的时机已经成熟,会在不久的将来实施。同日与会的中国移动、中国电信、中国联通三大运营商高管也透露,各家运营商已经为3G时代的到来做好了准备。此举将进一步推进TD-SCDMA成熟,参与4G的产业研究,为TD的产业发展争取有利的地位。

2009年1月7日,工业和信息化部宣布发放3G牌照,中国移动正式运营TD-SCDMA网络。2009年6月底,TD二期建成后,全国31个省会城市和7个计划单列市将开通TD-HSDPA业务,同时开始第三期网络的建设。按照中国移动的计划,到2009年10月底,将在全国238个城市向社会提供TD服务。到2011年,TD-SCDMA网络将覆盖全国全部地市,建成世界上最大的3G网络。目前,广州、深圳、沈阳和北京4个城市的TD专用号段188已经正式放号,标志着TD已经进入了正式商用阶段。

总的来说,2006年至今的3年多时间里,TD-SCDMA产业化工作取得长足进展,目前商用化系统设备已逐渐成熟,终端和芯片已达可商用化水平,TD-SCDMA产业链系列产品已经完全做好商用准备。在国家提倡自主创新的大环境下,未来TD将在国内3G市场上占据很大的份额。

1.4 TD-SCDMA 技术的特点和优势

TD-SCDMA 系统是世界上第一个采用时分双工(TDD)方式和智能天线技术的公众陆地移动通信系统,也是唯一采用同步CDMA技术的第三代移动通信系统,^[1]同时它也采用了多用户检测、软件无线电、接力切换等一系列先进技术。至今为止,其他公众陆地移动通信系统中都没有使用这些技术,TD-SCDMA系统可以采用这些技术并能保证它们具有良好的工作性能,其关键是智能天线技术和特殊的帧结构设计。

TD-SCDMA 系统的帧结构中专门设置了一个特殊时隙UpPTS,这就保证了上行同步能很好实现。系统上行同步大大降低了系统的干扰,解决了CDMA系统上行容量受限的难题。

因为TD-SCDMA系统的TDD模式可以利用上、下行信道的互惠性,即基站对上行信道估计的信道参数可以用于智能天线的下行波束成型,这样相对于FDD模式的系统,智能天线技术比较容易实现。另外,TD-SCDMA系统的低码片速率使得基带信号处理量比WCDMA系统降低很多。因此,目前的DSP技术可以较好地支持在TD-SCDMA系统中采用联合检测技术。

由于TD-SCDMA系统中采用智能天线技术,TDD模式的缺点均可克服,例如接收灵敏度低、主要应用于低速移动环境、仅支持半径较小的小区等。采用智能天线后,可以同时利用TD-SCDMA系统的所有码道,克服了低码片速率支持的信息传输速率较低的问题;可以实现单基站对移动台准确定位,从而实现接力切换。

虽然采用智能天线技术,系统在多径高速移动环境下的性能仍然不太理想,但结合联合检测技术的智能天线,使TD-SCDMA系统在快衰落情况下的性能得到进一步改善,从而使TD-SCDMA系统成为一个以智能天线为中心的第三代移动通信系统。

TD-SCDMA的提出比其他标准较晚,这给其产品成熟性带来一定的挑战;但在另一方面,TD-SCDMA吸纳了20世纪90年代以来移动通信领域最先进的技术,在一定程度上代表了技术