



普通高等学校
电类规划教材
电子信息与通信工程

4G 移动通信 技术与应用

◎易著梁 黄继文 陈玉胜 主编

◎邓志龙 邓小明 方志超 副主编

- 以**华为 TD-LTE** 前沿设备为基础，根据岗位任务需要合理划分模块
- 通过**校企结合**，由优秀讲师与企业高级工程师联合打造
- 做到“**理论够用，突出岗位知识、重视技能应用、引入实践活动**”的编写理念



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



普通高等学校
电类规划教材
电子信息与通信工程

4G 移动通信 技术与应用

◎易著梁 黄继文 陈玉胜 主编

◎邓志龙 邓小明 方志超 副主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

4G移动通信技术与应用 / 易著梁, 黄继文, 陈玉胜
主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2017.6
普通高等学校电类规划教材. 电子信息与通信工程
ISBN 978-7-115-44643-5

I. ①4… II. ①易… ②黄… ③陈… III. ①第四代
移动通信系统—通信技术—高等学校—教材 IV.
①TN929.537

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第008333号

内 容 提 要

本书在理论方面,以 TD-LTE 系统关键技术、网络结构和接口、空中接口等基础理论知识在工程项目中的需要为突破口,进行逐一介绍;在实践方面,以岗位工作项目任务式为思路,编写内容依照实际岗位的工作任务,从华为主流产品 DBS3900 基站的硬件安装到数据调试以及后期的设备操作维护为主脉,集技能训练与职业能力培养为一体,体系新颖,内容可选择性强。

本书立足于培养 4G 移动通信技术应用型人才,通过校企合作的方式,由一批具有丰富教学经验的骨干讲师及丰富工程实践经验的企业高级工程师共同合作编写。

本书适合作为本科及高职高专通信类、电子类相关课程的教材,也可作为移动通信工程技术人员的参考自学用书。

◆ 主 编 易著梁 黄继文 陈玉胜

副 主 编 邓志龙 邓小明 方志超

责任编辑 张孟玮

执行编辑 李 召

责任印制 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市中晟雅豪印务有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 19

2017 年 6 月第 1 版

字数: 474 千字

2017 年 6 月河北第 1 次印刷

定价: 52.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号



近年来,移动通信技术和移动通信网络飞速发展,越来越多的国家正在大力建设 4G (LTE) 网络。2013 年 12 月 4 日,工业和信息化部向中国移动、中国电信、中国联通正式发放 4G 牌照,三大运营商同时获得了 TD-LTE 牌照。2015 年 2 月 27 日,中国电信和中国联通又获得了 FDD-LTE 牌照,这意味两家运营商的 FDD-LTE 网络终于可以正式商用,由此,我国全面进入 4G 规模商用时代。截至 2015 年年底,我国 TD-LTE 网络已经实现了全国绝大部分城市、县城的连续覆盖,发达乡镇、农村的数据业务热点覆盖,建成 TD-LTE 基站 75.8 万个,发展 4G 用户约 1 亿户,发展速度超出行业预期。

行业技术的进步,带动就业人才的需求,给高校电子类、通信类毕业生带来了很多机遇。本书正是立足于培养实用型人才,遵循主动适应社会发展需要,突出职业性和应用性,加强实践能力培养的原则,通过校企合作的方式,组织编写的。本书按照实际岗位的工作任务需要组织教材内容。全书集技能训练与职业能力培养为一体,体系新颖,内容可选择性强。

本书通过整体策划,保证理论教学与实践教学的相互呼应和配套,体现了教学内容的系统性和完整性。教材内容的编排力求做到深入浅出,将知识学习和能力培养紧密结合,注重培养学生的工程应用能力和解决现场实际问题的能力。

本书特点如下。

(1) 本书以通信主流设备厂商华为技术有限公司的 TD-LTE 前沿设备为基础。

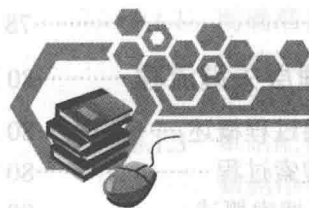
(2) 本书以实际的工作形式和现场的工作状态为基础,进行了项目式编写。综合考虑高等教育的特点、课程内容、课时分配及教学对象等因素,在内容选材上以 TD-LTE 的无线网络设备为主,重点介绍 LTE 无线系统原理及其无线网络设备,并从工程应用的角度出发,对教材内容的深度和广度按照够用、会用和实用的原则进行处理。

(3) 本书在精选内容同时,每个项目设置了项目背景、项目目标等栏目,为读者提供学习帮助。本书分理论篇和实践篇两大部分,理论篇包含 5 个项目:TD-LTE 系统概述、TD-LTE 系统关键技术、TD-LTE 网络结构和接口、TD-LTE 空口接口、LTE 物理层关键流程。实践篇包含 7 个项目,涉及产品认知、硬件安装、数据配置、配置调制、网管系统认识、设备操作维护、常见故障分析处理等。

本书由易著梁、黄继文、陈玉胜任主编,邓志龙、邓小明、方志超任副主编,高级工程师王干参编完成。此外,本书的编写也得到了深圳市讯方技术股份有限公司高层领导们的大力支持,在此表示感谢。

编者

2017 年 5 月



目 录

理论篇

项目 1 TD-LTE 系统概述.....1

任务 1 移动通信标准化组织.....1

1.1.1 ITU.....1

1.1.2 3GPP.....3

1.1.3 3GPP2.....4

1.1.4 CCSA.....5

1.1.5 IEEE.....5

任务 2 移动通信系统的发展.....6

1.2.1 第 1 代移动通信系统 (1G).....6

1.2.2 第 2 代移动通信系统 (2G).....7

1.2.3 第 3 代移动通信系统 (3G).....8

1.2.4 第 4 代移动通信系统 (4G).....10

任务 3 LTE 发展驱动力.....12

1.3.1 LTE 发展驱动力原因.....12

1.3.2 LTE 的设计目标.....13

1.3.3 LTE 的移动业务.....14

任务 4 TD-LTE 技术特点.....16

1.4.1 TD-LTE 系统主要技术特点.....16

1.4.2 TD-LTE 与 FDD-LTE 系统的对比.....16

1.4.3 TD-LTE 的频段分配.....18

任务 5 TD-LTE 标准的演进.....19

1.5.1 概述.....19

1.5.2 TD-LTE 标准的提出.....19

1.5.3 TD-LTE R8 版本.....20

1.5.4 TD-LTE R9 版本.....20

1.5.5 TD-LTE 的未来演进.....21

同步练习.....22

项目 2 TD-LTE 系统关键技术.....23

任务 1 双工技术.....23

任务 2 多址技术.....25

2.2.1 常见的多址技术.....25

2.2.2 正交频分复用 (OFDM).....26

2.2.3 LTE 的下行多址传输.....31

2.2.4 LTE 的上行多址传输.....32

任务 3 MIMO 技术.....33

2.3.1 MIMO 概述.....33

2.3.2 MIMO 的工作模式.....34

2.3.3 多用户 MIMO.....36

任务 4 高阶调制和 AMC (自适应调制编码).....38

2.4.1 高阶调制.....38

2.4.2 AMC (自适应调制编码).....39

任务 5 SON (自组织网络).....40

2.5.1 SON 应用 1-基站自启动.....41

2.5.2 SON 应用 2-自动邻区关系 ANR 功能.....41

任务 6 小区间干扰协调.....43

2.6.1 干扰随机化和干扰消除.....43

2.6.2 小区间干扰协调/回避.....43

同步练习.....44

项目 3 TD-LTE 网络结构和接口.....46

任务 1 TD-LTE 系统结构.....46

任务 2 LTE 接口协议栈概述.....49

3.2.1 三层.....49

3.2.2 两面.....49

任务 3 空中接口协议栈.....49





3.3.1 控制平面协议	50	同步练习	78
3.3.2 用户平面协议	50	项目 5 LTE 物理层关键流程	80
任务 4 S1 接口协议栈	51	任务 1 物理层过程概述	80
3.4.1 S1 接口用户平面	52	任务 2 小区搜索过程	80
3.4.2 S1 接口控制平面	52	5.2.1 小区搜索概述	80
3.4.3 主要功能	52	5.2.2 小区搜索的信道、信号 及步骤	81
任务 5 X2 接口协议栈	53	任务 3 寻呼	82
3.5.1 X2 接口用户平面	53	5.3.1 不连续接收 DRX	82
3.5.2 X2 接口控制平面	53	5.3.2 寻呼流程	82
同步练习	53	5.3.3 LTE 和 WCDMA 寻呼 过程对比	83
项目 4 TD-LTE 空中接口	55	任务 4 随机接入	84
任务 1 空中接口概述	55	5.4.1 随机接入概述	84
4.1.1 Uu 接口	55	5.4.2 基于竞争的随机接入 过程	84
4.1.2 空中接口协议栈	55	5.4.3 基于非竞争的随机接入 过程	85
4.1.3 空中接口的特点	59	任务 5 共享信道物理过程	85
任务 2 TD-LTE 无线帧结构	60	5.5.1 共享信道的数据传输	85
4.2.1 LTE 无线帧结构	60	5.5.2 HARQ 和链路自适应	86
4.2.2 LTE 频域上的资源单元	62	任务 6 LTE 物理层信息处理流程	87
4.2.3 物理资源块和资源粒子	63	同步练习	88
任务 3 TD-LTE 无线信道及其 功能	64	实践篇	
4.3.1 信道分类与映射	64	任务 3 认识基站天馈系统	127
4.3.2 LTE 物理信道及信号	67	6.3.1 天馈系统概述	127
		6.3.2 天线	128
		同步练习	134
		项目 7 DBS3900 硬件施工	137
		任务 1 DBS3900 机柜安装	137
		任务 2 布设 DBS3900 相关线缆	141
		任务 3 基站天馈系统的安装	153
		任务 4 DBS3900 硬件自检	164
		任务 5 DBS3900 加电	166
		同步练习	172
		项目 8 DBS3900 单站数据配置	174
		任务 1 数据配置前的准备	174
项目 6 认知 DBS3900 产品及 天馈系统	91		
任务 1 认识 DBS3900 的机柜、 机框和单板	91		
6.1.1 DBS3900 产品概述	91		
6.1.2 DBS3900 各个模板	94		
任务 2 认识 DBS3900 配套及 相关线缆	112		
6.2.1 eNodeB 相关配套产品 介绍	112		
6.2.2 DBS3900 相关线缆 介绍	117		
6.2.3 DBS3900 典型组网	122		





8.1.1 明确准备目标	174	8.6.3 单站业务验证体验	207
8.1.2 单站数据配置流程与 承接关系	175	同步练习	209
8.1.3 单站配置协商规划 数据准备	175	项目 9 TD-LTE DBS3900 配置 调整	212
8.1.4 单站数据配置工具	178	任务 1 配置调整知识准备	212
任务 2 DBS3900 全局设备 数据配置	178	9.1.1 配置调整定义与原因	213
8.2.1 1×1 基站型硬件配置	178	9.1.2 配置调整工作流程	213
8.2.2 单站全局设备数据配置 MML 命令集	179	9.1.3 配置调整工具	213
8.2.3 单站全局设备数据配置 步骤	180	任务 2 DBS3900 配置调整实践	214
8.2.4 单站全局设备数据配置 脚本示例	185	9.2.1 修改基站名称	214
任务 3 DBS3900 传输数据配置	186	9.2.2 修改基站标识	215
8.3.1 DBS3900 单站传输组网	186	9.2.3 增加 TDD 小区	216
8.3.2 单站传输数据配置流程	187	9.2.4 修改小区频点	220
8.3.3 单站传输数据 MML 命令集	187	9.2.5 修改近端 IP 维护地址	221
8.3.4 单站传输数据配置步骤	188	同步练习	221
8.3.5 单站传输接口数据配置 脚本示例	196	项目 10 网管系统认知	224
任务 4 DBS3900 无线数据配置	198	任务 1 OMC 系统认知与 客户端安装	224
8.4.1 无线层规划数据示意图	198	10.1.1 OMC 系统概述	224
8.4.2 单站无线数据配置 流程图	198	10.1.2 OMC-R 系统结构	225
8.4.3 单站无线数据配置 MML 命令集	199	10.1.3 U2000 网管客户端 软件安装	228
8.4.4 单站无线数据配置步骤	199	任务 2 U2000 日常基本操作	230
8.4.5 单站无线数据配置 脚本示例	201	10.2.1 告警监控及查询	230
任务 5 邻区数据配置	202	10.2.2 实时监控及信令跟踪	233
8.5.1 邻区概述	202	10.2.3 MML 命令及操作	241
8.5.2 邻区数据配置 MML 命令集	203	10.2.4 话统指标提取	242
8.5.3 邻区数据配置步骤	203	同步练习	247
任务 6 脚本验证与业务演示	205	项目 11 DBS3900 操作维护	249
8.6.1 参数对象索引关系	205	任务 1 DBS3900 操作维护 系统介绍	249
8.6.2 单站脚本执行与验证	206	任务 2 DBS3900 日常操作 维护任务	252
		11.2.1 告警管理	252
		11.2.2 设备管理	255
		11.2.3 传输故障	261
		11.2.4 无线小区管理	264
		11.2.5 故障处理配合	265





11.2.6 网络性能检测	266
11.2.7 软件管理与数据备份	267
同步练习	272
项目 12 eNodeB 故障分析处理	274
任务 1 DBS3900 天馈故障	
分析处理	274
12.1.1 天馈故障概述	274
12.1.2 常见天馈故障分析	275
任务 2 链路故障分析处理	280

12.2.1 TD-LTE 链路故障概述	280
12.2.2 TD-LTE 链路故障分析	280
任务 3 小区建立失败故障分析	
处理	284
12.3.1 TD-LTE 小区建立失败概述	284
12.3.2 TD-LTE 小区建立失败故障分析	286
同步练习	291
参考文献	295



项目 1

TD-LTE 系统概述

项目目标

- 掌握 TD-LTE 的技术特点
- 了解移动通信标准化组织
- 了解 TD-LTE 标准的发展演进史
- 掌握移动通信系统的概念及发展
- 了解 LTE 发展驱动力及设计目标
- 了解 TD-LTE 与 FDD-LTE 的异同点
- 了解 TD-LTE 各个标准版本的新技术

任务 1 移动通信标准化组织

在过去的几十年里, 通信网络使社会发生了翻天覆地的变化, 给世界各国人们的生活, 以及机构和部门的运行带来了巨大的影响。移动通信已经成为现代通信中一种不可缺少且发展最快的通信手段之一。伴随着移动通信系统从第 1 代发展到第 4 代, 通信标准也在发生日新月异的变化, 而制定这些标准的组织主要有 ITU、3GPP、3GPP2 和 CCSA。下面将一一做详细的介绍。

1.1.1 ITU

国际电信联盟 (International Telecommunication Union), 一般简称为 ITU。ITU 的历史可以追溯到 1865 年。为了顺利实现国际电报通信, 1865 年 5 月 17 日, 法, 德, 俄, 意, 奥等 20 个欧洲国家的代表在巴黎签订了《国际电报公约》, ITU 也宣告成立。随着电话与无线电的应用与发展, ITU 的职权不断扩大。经联合国同意, 1947 年 10 月 15 日 ITU 成为联合国的 15 个专门机构之一, 但在法律上不是联合国附属机



图 1-1 ITU



构，它的决议和活动不需联合国批准，但每年要向联合国提出工作报告。如图 1-1 所示为 ITU 的标识。

ITU 的组织结构主要分为电信标准化部门 (ITU-T)、无线电通信部门 (ITU-R) 和电信发展部门 (ITU-D)。ITU 每年召开 1 次理事会，每 4 年召开 1 次全权代表大会、世界电信标准大会和世界电信发展大会，每 2 年召开 1 次世界无线电通信大会。ITU 的组织结构如图 1-2 所示。

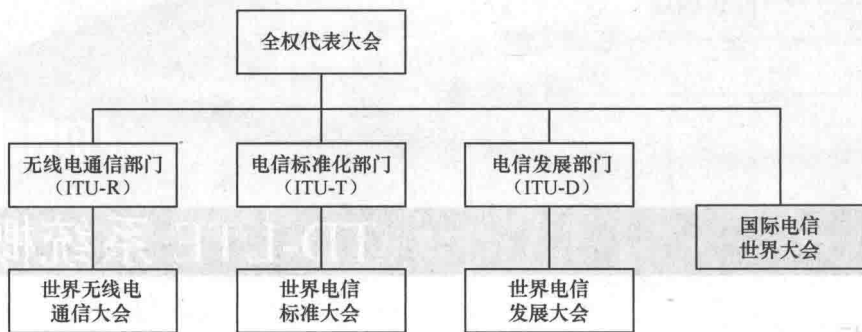


图 1-2 ITU 组织结构简图

1. 电信标准化部门 (ITU-T)

国际电联因标准制定工作而享有盛名，标准制定是其最早开始从事的工作。身处全球发展最为迅猛的行业，电信标准化部门坚持走不断发展的道路，简化工作方法，采用更为灵活的协作方式，满足日趋复杂的市场需求。来自世界各地的行业、公共部门和研发实体的专家定期会面，共同制定错综复杂的技术规范，以确保各类通信系统可与构成当今繁复的 ICT (Information Communication Technology) 网络与业务的多种网元实现无缝的互操作。

展望未来，电信标准化部门面临的主要挑战之一是不同产业类型的融合。

2. 无线电通信部门 (ITU-R)

管理国际无线电频谱和卫星轨道资源是国际电联无线电通信部门 (ITU-R) 的核心工作。ITU-R 的主要任务亦包括制定无线电通信系统标准，确保有效使用无线电频谱，并开展有关无线电通信系统发展的研究。此外，ITU-R 从事有关减灾和救灾工作所需无线电通信系统发展的研究，具体内容由无线电通信研究组的工作计划予以涵盖。与灾害相关的无线电通信服务内容包括灾害预测、发现、预警和救灾。在“有线”通信基础设施遭受严重或彻底破坏的情况下，无线电通信服务是开展救灾工作的最有效的手段。

3. 电信发展部门 (ITU-D)

电信发展部门由原来的电信发展局 (BDT) 和电信发展中心 (CDT) 合并而成。其职责是鼓励发展中国家参与电联的研究工作，组织召开技术研讨会，使发展中国家了解电联的工作，尽快应用电联的研究成果；鼓励国际合作，为发展中国家提供技术援助，在发展中国家建设和完善通信网。

国际电联电信发展部门 (ITU-D) 成立的目的在于帮助普及以公平、可持续和支付得起的方式获取信息通信技术 (ICT)，将此作为促进和加深社会和经济发展的手段。





1.1.2 3GPP

第 3 代合作伙伴计划 (3rd Generation Partnership Project), 一般简称为 3GPP。

3GPP 是一个标准化机构, 其成立于 1998 年 12 月, 由欧洲的 ETSI (欧洲电信标准化协会)、日本的 ARIB (无线工业及商贸联合会)、日本的 TTC (电信技术委员会)、韩国的 TTA (电信技术协会) 和美国的 T1 标准委员会这 5 个标准化组织发起成立的, 主要是制订以 GSM 核心网为基础, UTRA 为无线接口的第 3 代技术规范。中国无线通信标准研究组 (CWTS) 于 1999 年 6 月在韩国正式签字加入 3GPP, 目前 3GPP 共有 6 个组织伙伴。

3GPP 的目标是实现由 2G 网络到 3G 网络的平滑过渡, 保证未来技术的后向兼容性, 支持轻松建网及系统间的漫游和兼容性。随后 3GPP 的工作范围得到了改进, 增加了对 UTRA 长期演进系统的研究和标准制定。

3GPP 的组织结构, 最上面是项目协调组 (PCG), 由 ETSI、TIA、TTC、ARIB、TTA 和 CCSA 6 个组织伙伴 (OP) 组成, 对技术规范组 (TSG) 进行管理和协调。3GPP 共分为 4 个 TSG (之前为 5 个 TSG, 后 CN 和 T 合并为 CT), 如图 1-3 所示。分别为 TSG GERAN (GSM/EDGE 无线接入网)、TSG RAN (无线接入网)、TSG SA (业务与系统)、TSG CT (核心网与终端)。每一个 TSG 下面又分为多个工作组。如负责 LTE 标准化的 TSG RAN 分为 RAN WG1 (无线物理层)、RAN WG2 (无线层 2 和层 3)、RAN WG3 (无线网络架构和接口)、RAN WG4 (射频性能) 和 RAN WG5 (终端一致性测试) 5 个工作组。

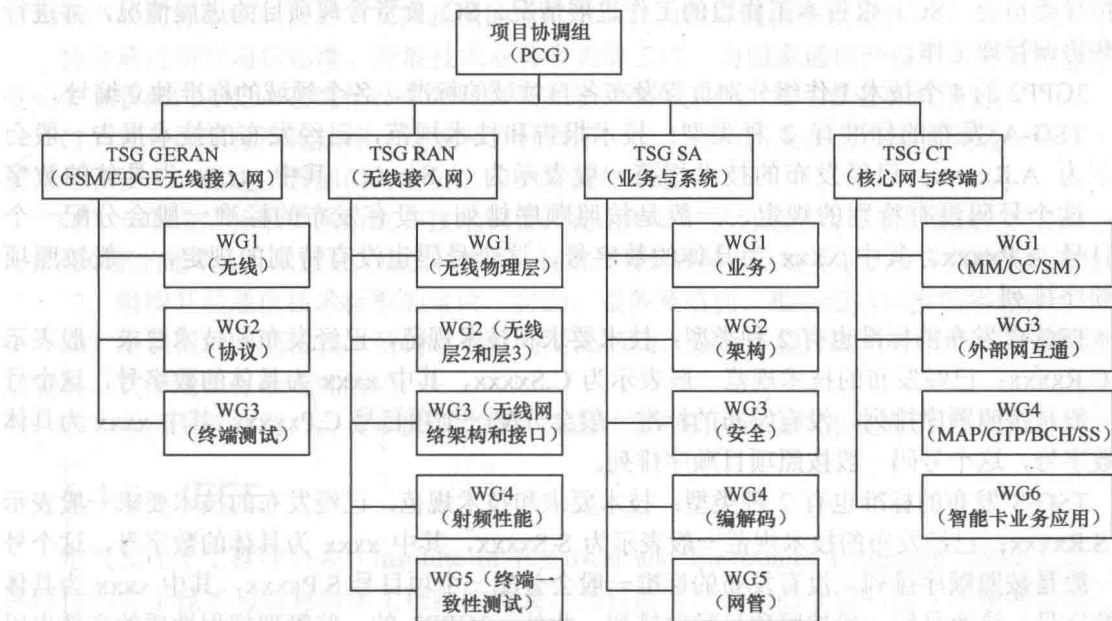


图 1-3 3GPP 组织结构图

为了满足新的市场需求, 3GPP 规范不断增添新特性来增强自身能力。为了向开发商提供稳定的实施平台并添加新特性, 3GPP 使用并行版本体制, 目前的协议版本如图 1-4 所示。



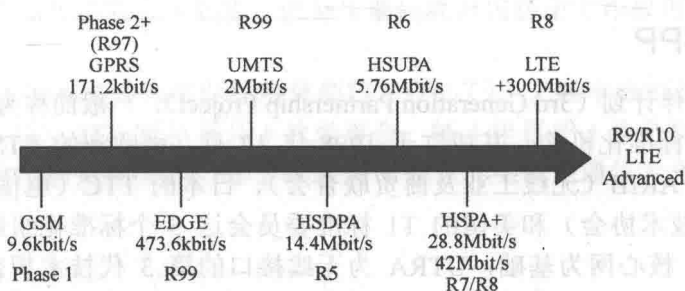


图 1-4 3GPP 协议版本

1.1.3 3GPP2

第 3 代合作伙伴计划 2 (3rd Generation Partnership Project 2, 即 3GPP2) 成立于 1999 年 1 月, 由美国 TTA、日本的 ARIB、日本的 TTC、韩国的 TTA 四个标准化组织发起, 中国无线通信标准研究组 (CWTS) 于 1999 年 6 月在韩国正式签字加入 3GPP2。

3GPP2 声称其致力于使 ITU 的 IMT-2000 计划中的 (3G) 移动电话系统规范在全球的发展, 实际上它是从 2G 的 CDMA One 或者 IS-95 发展而来的 cdma2000 标准体系的标准化机构, 它受到拥有多项 CDMA 关键技术专利的高通公司的较多支持。与之对应的 3GPP 致力于从 GSM 向 WCDMA (UMTS) 过渡, 因此 2 个机构存在一定竞争。

3GPP2 下设 4 个技术规范工作组, TSG-A, TSG-C, TSG-S, TSG-X, 这些工作组向项目指导委员会 (SC) 报告本工作组的工作进展情况。SC 负责管理项目的进展情况, 并进行一些协调管理工作。

3GPP2 的 4 个技术工作组分别负责发布各自领域的标准, 各个领域的标准独立编号。

TSG-A 发布的标准有 2 种类型: 技术报告和技术规范, 已经发布的技术报告一般表示为 A.Rxxxx; 已经发布的技术规范一般表示为 A.Sxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码没有特别的规定, 一般是按照顺序排列。没有发布的标准一般会分配一个项目号 A.Pxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码也没有特别的规定, 一般按照项目顺序排列。

TSG-C 发布的标准也有 2 种类型: 技术要求和技术规范, 已经发布的技术要求一般表示为 C.Rxxxx; 已经发布的技术规范一般表示为 C.Sxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码一般是按照顺序排列。没有发布的标准一般会分配一个项目号 C.Pxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码一般按照项目顺序排列。

TSG-S 发布的标准也有 2 种类型: 技术要求和技术规范, 已经发布的技术要求一般表示为 S.Rxxxx; 已经发布的技术规范一般表示为 S.Sxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码一般是按照顺序排列。没有发布的标准一般会分配一个项目号 S.Pxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码一般按照项目顺序排列。此外, 3GPP2 的一些管理规程性质的文件也用 S.Rxxxx 进行编号。

TSG-X 发布的标准只有 1 种类型: 技术规范, 已经发布的技术规范一般表示为 X.Sxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码一般是按照顺序排列。没有发布的标准一般会分配一个项目号 X.Pxxxx, 其中 xxxx 为具体的数字号, 这个号码一般按照项目顺序排列。





表 1-1 所示为 3GPP2 与 3GPP 的对比。

表 1-1 3GPP2 与 3GPP 的对比

	3GPP	3GPP2
成立时间	1998 年 12 月成立	1999 年 1 月成立
发起组织	欧洲的 ETSI、日本的 ARIB 和 TTC、韩国的 TTA 和美国的 TI	北美的 TTA、日本的 ARIB 和 TTC、韩国的 TTA
主要工作	以 GSM 核心网为基础, UTRA (FDD WCDMA 技术, TDD 为 TD-CDMA 技术) 为无线接口的第三代技术规范	以 ANSI-41 核心网为基础, cdma2000 为无线接口的第三代技术规范

1.1.4 CCSA

中国通信标准化协会 (China Communications Standards Association, CCSA), 于 2002 年 12 月 18 日在北京正式成立。该协会是国内企、事业单位自愿联合组织起来, 经业务主管部门批准, 国家社团登记管理机关登记, 开展通信技术领域标准化活动的非营利性法人社会团体。协会采用单位会员制, 广泛吸收科研、技术开发、设计单位、产品制造企业、通信运营企业、高等院校、社团组织等参加。

CCSA 的主要任务是为了更好地开展通信标准研究工作, 把通信运营企业、制造企业、研究单位、大学等关心标准的企事业单位组织起来, 按照公平、公正、公开的原则制定标准, 进行标准的协调、把关, 把高技术、高水平、高质量的标准推荐给政府, 把具有我国自主知识产权的标准推向世界, 支撑我国的通信产业, 为世界通信作出贡献。

协会通过研究通信标准、开展技术业务咨询等工作, 为国家通信产业的发展做出贡献。受业务主管部门委托, 在通信技术领域组织开展标准化工作, 其主要业务范围是:

- (1) 宣传国家标准化法律、法规和方针政策, 向主管部门反映会员单位对通信标准工作的意见和要求, 促进主管部门与会员之间的交流与沟通;
- (2) 开展通信标准体系研究和技术调查, 提出制订、修订通信标准项目建议; 组织会员参与标准草案的起草, 征求意见, 协调、审查、标准符合性试验和互连互通试验等标准研究活动;
- (3) 组织开展通信技术标准的宣讲、咨询、服务及培训, 推动通信标准的实施;
- (4) 组织国内外通信技术研讨、合作与交流活动, 搜集、整理国内外通信标准和标准信息资料, 支撑通信标准研究活动;
- (5) 承担主管部门、会员单位或其他社会团体委托的与通信标准化有关的工作。

1.1.5 IEEE

电气和电子工程师协会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 是一个国际性的电子技术与信息科学工程师的协会, 是目前全球最大的非营利性专业技术学会, 会员人数超过 40 万人, 遍布 160 多个国家。IEEE 致力于电气、电子、计算机工程和与科学有关的领域的开发和研究, 在太空、计算机、电信、生物医学、电力及消费性电子产品等领域已制定了 900 多个行业标准, 现已发展成为具有较大影响力的国际学术组织。

IEEE 现有 42 个主持标准化工作的专业学会或委员会。为了获得主持标准化工作的资格, 每个专业学会必须向 IEEE-SA 提交 1 份文件, 描述该学会选择候选建议提交给 IEEE-





SA 的过程和用来监督工作组的方法。当前有 25 个学会正在积极参与制定标准, 每个学会又会根据自身领域设立若干个委员会进行实际标准的制定。例如, 通信领域熟悉的 IEEE 802.11、802.16、802.20 等系列标准, 就是 IEEE 计算机专业学会下设的 802 委员会负责主持的。IEEE 802 又称为局域网/城域网标准委员会 (LAN /MAN Standards Committee, LMSC), 致力于研究局域网和城域网的物理层和 MAC 层规范。

WIMAX (全球微波互联接入) 制式就是 IEEE 组织制定的 802.16 系列协议。但是 IEEE 组织只是针对宽带无线制式的物理层 (PHY) 和媒体接入控制层 (MAC) 制定了标准, 并没有对高层进行规范。

任务 2 移动通信系统的发展

移动通信系统的发展经历了从第 1 代到第 4 代的历程, 如图 1-5 所示。

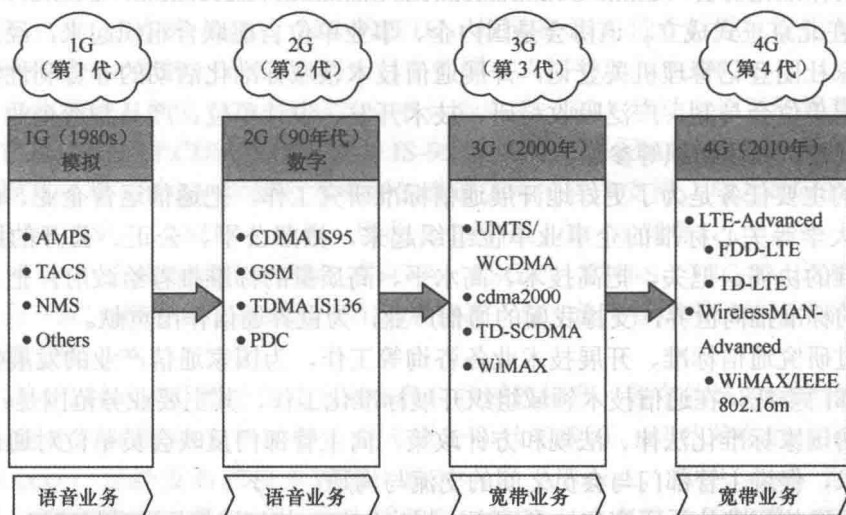


图 1-5 移动通信系统的发展过程

1.2.1 第 1 代移动通信系统 (1G)

第 1 代移动通信技术 (1G) 是指采用蜂窝技术组网, 仅支持模拟语音通信的移动电话标准, 其制定于 20 世纪 80 年代, 主要采用的是模拟技术和频分多址 (Frequency Division Multiple Access, FDMA) 技术。以美国的高级移动电话系统 (Advanced Mobile Phone System, AMPS), 英国的全接入移动通信系统 (Total Access Communications System, TACS), 以及 Nordic 国家、东欧及俄罗斯的北欧移动电话 (Nordic Mobile Telephone, NMT) 为代表。当然其他国家分别也有各自的技术标准, 但这些标准彼此不能兼容, 无法互通; 同时由于受到传输带宽的限制, 不能支持移动通信的长途漫游, 只能是一种区域性的移动通信系统。

第 1 代移动通信系统的主要特点如下。

(1) 频率复用的蜂窝小区组网方式和越区切换, 有利于解决大容量需求与有限频谱资源的矛盾。



(2) 模拟系统：模拟语音信号直接调频。

(3) FM 传输。

(4) 多信道共用和 FDMA 接入方式。

主要缺点如下。

(1) 无法与固定电信网络迅速向数字化推进相适应，数据业务很难开展。

(2) 各系统间没有公共接口，彼此不兼容。

(3) 频率利用率低，无法适应大容量的要求。

(4) 保密性差，易于被窃听。

(5) 价格昂贵。

1.2.2 第2代移动通信系统(2G)

由于第1代模拟移动通信系统存在着许多的不足和缺陷，如：频谱效率低、网络容量有限、业务种类单一、保密性差等，已使其无法满足人们的需求。因此，人们开始探索更新的移动通信技术。进入20世纪80年代后期，大规模集成电路、微型计算机、微处理器和数字信号处理技术的大量应用，为开发数字移动通信系统提供了技术保障，从此，移动通信技术进入了其发展的第2个时期——2G时代。图1-6所示为第2代移动通信系统所采用的主要技术。

第2代移动通信系统是引入数字无线电技术组成的数字蜂窝移动通信系统，它主要采用窄带码分多址技术制式(Code Division Multiple Access, CDMA)和时分多址技术制式(Time Division Multiple Access, TDMA)。

采用CDMA制式的为美国的IS-95 CDMA，而采用TDMA制式的主要有欧洲的全球移动

通信系统(Global System of Mobile communication, GSM)、美国的数字高级移动电话系统(Digital-Advanced Mobile Phone System, D-AMPS)和日本的个人数字蜂窝系统(Personal Digital Cellular, PDC)3种。移动电话已由模拟转向数字发展，最具代表性的是GSM和CDMA制式的数字移动电话正在世界范围内高速发展，这两大系统在目前世界移动通信市场占据着主要的份额。

GSM是由欧洲提出的第2代移动通信标准，与其他以前标准最大的不同是其信令和语音信道都是数字式的。CDMA移动通信技术是由美国提出的第2代移动通信系统标准，其最早是被军用通信所采用，直接扩频和抗干扰性是其突出的特点。

由于第2代通信系统的核心网仍然以电路交换为基础，因此，语音业务仍然是其主要承载的业务，随着各种增值业务的不断增长，第2代移动通信系统也可以传输低速的数据业务。

引入数字无线电技术组成的数字蜂窝移动通信系统，提供更高的网络容量，改善了话音质量和保密性，并为用户提供无缝的国际漫游。

1. GSM

GSM是指利用工作在900/1800MHz频段的GSM移动通信网络提供的语音和数据业务。GSM移动通信系统的无线接口采用TDMA技术，核心网移动性管理协议采用MAP协

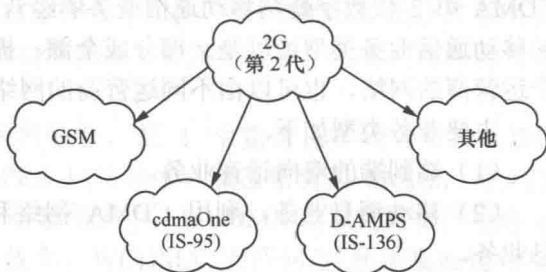


图1-6 第2代移动通信系统主要技术



议。900/1800MHz GSM 第 2 代数字蜂窝移动通信业务的经营者必须自己组建 GSM 移动通信网络,所提供的移动通信业务类型可以是一部分或全部。提供 1 次移动通信业务经过的网络可以是同一个运营商的网络,也可以由不同运营商的网络共同完成。提供移动网国际通信业务,必须经过国家批准设立的国际通信出入口。

主要业务类型如下。

- (1) 端到端的双向话音业务。
- (2) 移动消息业务,利用 GSM 网络和消息平台提供的移动台发起、移动台接收的消息业务。
- (3) 移动承载业务及其上移动数据业务。
- (4) 移动补充业务,如主叫号码显示、呼叫前转业务等。
- (5) 经过 GSM 网络与智能网共同提供的移动智能网业务,如预付费业务等。
- (6) 国内漫游和国际漫游业务。

2. CDMA

800MHz CDMA 第 2 代数字蜂窝移动通信(简称 CDMA 移动通信)业务是指利用工作在 800MHz 频段上的 CDMA 移动通信网络提供的话音和数据业务。CDMA 移动通信的无线接口采用窄带码分多址 CDMA 技术,核心网移动性管理协议采用 IS-41 协议。800MHz CDMA 第 2 代数字蜂窝移动通信业务的经营者必须自己组建 CDMA 移动通信网络,所提供的移动通信业务类型可以是一部分或全部。提供 1 次移动通信业务经过的网络,可以是同一个运营商的网络,也可以由不同运营商的网络共同完成。

主要业务类型如下。

- (1) 端到端的双向话音业务。
- (2) 移动消息业务,利用 CDMA 网络和消息平台提供的移动台发起、移动台接收的消息业务。
- (3) 移动承载业务及其上移动数据业务。
- (4) 移动补充业务,如主叫号码显示、呼叫前转业务等。
- (5) 经过 CDMA 网络与智能网共同提供的移动智能网业务,如预付费业务等。
- (6) 国内漫游和国际漫游业务。

第 2 代数字移动通信有下述特征。

有效利用频谱:数字方式比模拟方式能更有效地利用有限的频谱资源。随着更好的语音信号压缩算法的推出,每信道所需的传输带宽越来越窄。

高保密性:模拟系统使用调频技术,很难进行加密,而数字调制是在信息本身编码后再进行调制,故容易引入数字加密技术;可灵活地进行信息变换及存储。

1.2.3 第 3 代移动通信系统(3G)

尽管基于话音业务的移动通信网已经足以满足人们对于话音移动通信的需求,但是随着社会经济的发展,人们对数据通信业务的需求日益增高,已不再满足于以话音业务为主的移动通信网所提供的服务。第 3 代移动通信系统(3G)是在第 2 代移动通信技术基础上进一步演进的,以宽带 CDMA 技术为主,并能同时提供话音和数据业务。图 1-7 所示为第 3 代移动通信系统所采用的主要技术。



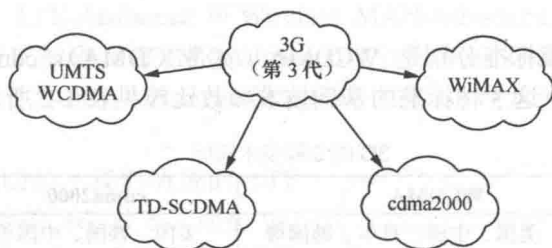


图 1-7 第 3 代移动通信系统主要技术

3G 与 2G 的主要区别是在传输语音和数据的速率上的提升,它能够在全球范围内更好地实现无线漫游,并处理图像、音乐、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,同时也要考虑与已有第 2 代系统的良好兼容性。目前国内支持国际电联确定的 3 个无线接口标准,分别是中国电信运营的 cdma2000 (Code Division Multiple Access 2000),中国联通运营的 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) 和中国移动运营的 TD-SCDMA (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access)。

TD-SCDMA 由我国信息产业部电信科学技术研究院提出,采用不需配对频谱的时分双工 (Time Division Duplexing, TDD) 工作方式,以及 FDMA/TDMA/CDMA 相结合的多址接入方式,载波带宽为 1.6MHz,对支持上下行不对称业务有优势。TD-SCDMA 系统还采用了智能天线、同步 CDMA、自适应功率控制、联合检测及接力切换等技术,使其具有频谱利用率高,抗干扰能力强,系统容量大等特点。

WCDMA 源于欧洲,同时与日本几种技术相融合,是 1 个宽带直扩码分多址 (DS-SS-CDMA) 系统。其核心网是基于演进的 GSM/GPRS 网络技术,载波带宽为 5MHz,可支持 384kbit/s~2Mbit/s 不等的数据传输速率。在同一传输信道中,WCDMA 可以同时提供电路交换和分组交换的服务,提高了无线资源的使用效率。WCDMA 支持同步/异步基站运行模式、采用上下行快速功率控制、下行发射分集等技术。

cdma2000 由高通公司为主导提出,是在 IS-95 基础上的进一步发展。分 2 个阶段: cdma2000 1xEV-DO (Data Optimized) 和 cdma2000 1xEV-DV (Data and Voice)。cdma2000 的空中接口保持了许多 IS-95 空中接口设计的特征,为了支持高速数据业务,还提出了许多新技术:前向发射分集,前向快速功率控制,增加了快速寻呼信道、上行导频信道等。

1. 3G 的基本特征

(1) 具有全球范围设计的、与固定网络业务及用户互连,以及无线接口的类型尽可能少和高度兼容性的特点。

(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 2Mbit/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 2GHz 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,既可移动和固定使用,又可与卫星业务共存和互连。

(6) 能够处理包括国际互联网和视频会议、高数据率通信和非对称数据传输的分组和电路交换业务。

