

面向“十一五”无线电管理重点图书

WUXIANDIAN PINPU GUANLI YU JIANCE XILIE CONGSHU

无线电频谱管理与监测系列丛书

第三代移动通信 射频技术及设备检测

尹纪新 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电频谱管理与监测系列丛书

第三代移动通信射频技术及设备检测

尹纪新 编著

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

第三代移动通信射频技术及设备检测 / 尹纪新编著.
北京: 人民邮电出版社, 2009. 6
(无线电频谱管理与监测系列丛书)
ISBN 978-7-115-19367-4

I. 第… II. 尹… III. ①移动通信—射频②移动通信—
通信设备—检测 IV. TN929.53

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第195522号

内 容 提 要

本书主要分析了目前4种第三代移动通信技术的射频工作原理和终端检测方法。第1章概要性地介绍了第三代移动通信技术的发展,并介绍了终端检测的主要内容和测试目的。第2~第5章分别介绍了TD-SCDMA、WCDMA、cdma2000和移动WiMAX的射频工作原理和终端设备检测方法。第6章介绍了目前终端射频测试中经常用到的测试系统开发技术,并结合国家无线电监测中心TD-SCDMA射频一致性测试系统的开发实践,详细介绍了测试系统的开发过程。第7章分析了后3G移动通信技术发展方向,并介绍了测试仪器网络化、软件定制、模块化等技术的发展趋势。

本书主要读者对象为从事第三代移动通信系统设计、测试的技术人员,移动通信设备制造企业的技术人员。

无线电频谱管理与监测系列丛书

第三代移动通信射频技术及设备检测

-
- ◆ 编 著 尹纪新
责任编辑 梁 凝
 - ◆ 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>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.25 2009年6月第1版
字数: 435千字 2009年6月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-19367-4/TN

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

《无线电频谱管理与监测系列丛书》编委会

主任委员：奚国华

副主任委员：刘利华 张胜利 江晓海 刘 岩

编 委：（按姓氏笔画排名）

王 健	尹纪新	田效宁	朱三保	刘九一	刘丽君
李 明	李 建	李海清	李景春	宋大勇	陈进星
陈秋林	邵起树	周 青	周鸿顺	郑维强	侯瑞庭
姜 华	顾小澄	黄 颖	谢飞波	谢远生	阚润田
薛永刚	霍 刚				

主 编：李景春 李 明

序 言

信息产业部无线电管理局、国家无线电监测中心和国家无线电频谱管理中心组织编写的《无线电频谱管理与监测系列丛书》正式出版了。这是推动无线电管理系统广大干部职工深入学习、提高技术水平和业务素质的一项基础性工作，非常及时，很有意义。

无线电技术是信息产业发展的重要先导技术和推动力量，随着当前国民经济和社会的快速发展，人民物质生活水平的不断提高，各类无线电业务已经渗透到社会经济生活的各个领域，广泛应用于通信、广播、电视、国防、交通、航空、航天等行业和部门。无线电技术的飞速发展，特别是以蜂窝数字移动通信、数字集群通信、宽带无线接入、卫星数字多媒体广播等技术为代表的新技术、新业务层出不穷，极大地推动了社会经济的发展，丰富了人民群众的物质文化生活。此外，在满足农村和偏远地区通信普遍服务需求，帮助边远贫困地区跨越数字鸿沟，实现公平的信息共享方面，无线电通信技术也在发挥其特殊的作用。

随着无线电技术的广泛应用和无线电业务的逐渐普及，人们对无线电频率资源的需求与日俱增。无线电频率和卫星轨道是人类共享的有限自然资源，它与水、土地、矿藏等资源一样，是关系国民经济和社会可持续发展的重要战略资源，具有稀缺性，归国家所有。无线电频谱管理与监测的主要任务就是合理规划和分配无线电频率和卫星轨道资源，科学管理各类无线电台站，为各类无线电业务的正常开展保驾护航。做好无线电频谱的管理工作，对于保障国家安全和人民的生命财产安全，以及推动科学研究、开发和探索，促进社会与经济进步，都具有重大的意义。

为国家管好无线电频谱资源，是无线电管理工作者的责无旁贷的使命和职责。长期以来，各级无线电管理机构的广大干部职工认真履行职责，坚持加强管理、保护资源、保障安全健康发展的方针，科学地规划和分配无线电频率资源，合理地审批无线电台站，加强无线电频率台站管理，加大无线电监测和干扰查处力度，在维护空中电波秩序、维护国家主权和信息安全等方面作出了积极贡献，促进了无线电事业的持续协调发展。据不完全统计，截至2004年底，全国除移动电话外的各类无线电台站总数为186万个（不包括军队），国内有关部门和单位设置卫星通信网络182个（双向、单向）、双向通信地球站1.1万个、在用静止卫星17颗、非静止卫星6颗、广播电台4万个、微波站4.3万个。

无线电频谱管理与监测工作是一项技术性、专业性很强的工作。无线电事业的繁荣发展，对无线电频谱管理与监测工作提出了更高的要求，在队伍建设、专业技术、管理能力等方面提出了新的挑战。加强广大干部职工的专业培训，培养高层次、实用型人才，已成为各级无线电管理机构面临的一项紧迫而重要的任务。近年来，信息产业部无线电管理局、国家无线电监测中心和国家无线电频谱管理中心投入大量人力、物力，组织了岗位练兵、业务培训等各类专项培训活动，有效提高了专业技术人员的技术水平和业务素质，对于推动无线电频谱和监测工作的开展起到了积极作用。

组织编写《无线电频谱管理与监测系列丛书》，也是他们开展专业培训的一项重要内容。

这套丛书立足于我国具体国情，定位于世界先进水平，注重技术应用，力求内容全面、结构合理、基础扎实、重点突出，努力为全面缩短我国无线电管理工作与世界领先水平的差距服务。丛书的出版填补了我国无线电频谱管理与监测方面长期没有适合中国国情培训教材的空白，将成为广大从事无线电管理工作的技术和行政人员不可或缺的学习教材和参考读物。这套丛书还适于各类无线电业务使用者，无线电设备生产、无线电测量、无线电监测与测向等专业的从业者阅读。

丛书的作用能否得到最大限度的发挥，关键在于应用。希望各级无线电管理机构适应新形势、新任务的要求，组织干部职工认真学习、深入研究，通过丛书提高大家的理论素养和业务能力，把从丛书中学到的知识运用到工作实践中，使丛书为提升无线电频谱管理和监测工作的技术水平，促进我国无线电事业的繁荣健康发展起到积极的作用。

是为序。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '姜明华' (Jiang Minghua).

2005年9月19日

丛书前言

几千年来,从烽火报信、快马传书、驿站梨花,到发明电报、电话、互联网,人们追求时空通信自由的努力从未停止过。人们梦想有朝一日拥有在任何时间、任何地点与任何人的无束缚通信自由。要获得这种自由,利用无线电波进行通信必不可少。

随着电子技术的不断发展和进步,无线电业务的应用领域迅速扩大,各种移动通信、卫星通信、广播电视、雷达导航、遥测遥控、射电天文等应用遍及国防、公共安全、商用和工业等各个部门,其业务量在日益增大。

无线电业务的迅猛发展对无线电频谱的管理和监测提出了新的挑战,无线电频率和卫星轨位资源供需矛盾紧张和电磁环境日益复杂的矛盾日趋尖锐,这些都对无线电管理的技术手段提出了更高的要求。

全国无线电管理机构在各级政府的大力支持下,不断加强无线电管理,技术设施建设方面取得了巨大的成绩,同时也深刻认识到加强人才队伍建设的重要性。而对于无线电管理人才队伍的建设,各级无线电管理机构普遍反映迫切需要一套涉及各种无线电业务的基础理论与技术,覆盖应用指南和国际规则等内容,上下衔接、相互协调的培训教材。但是由于无线电管理的独特性,即具有行政、法律、经济和技术4种手段的综合性,现有理论书籍和教材都不能适合工作的需要,希望国家有关部门能够组织编写一套适用于无线电频谱管理与监测等方面的系统化丛书。

为此,信息产业部无线电管理局、国家无线电监测中心和国家无线电频谱管理中心组织国内相关领域的知名专家、学者启动了《无线电频谱管理与监测系列丛书》的编写工作。内容涉及无线电频谱管理与监测各个方面的基础理论和专业知识,主要有:电磁场基础理论、天馈线理论与应用、无线电监测与测向、无线电频谱工程和共用原理、无线电设备检测方法标准、计算机网络与技术等。

这一系列丛书不同于其他专著或一般高校教材,它不仅介绍有关物理概念和基本原理,而且更着重于引导读者把概念和原理应用于实际,且论证简明扼要,避免了烦琐的数学推导。

对于支持编辑出版《无线电频谱管理与监测系列丛书》的各级领导和专家学者,我们表示衷心感谢。同时,殷切希望广大读者和各专业领域的专家、学者对今后系列丛书的建设提出宝贵意见和建议,使系列丛书日臻完善。

《无线电频谱管理与监测系列丛书》

编委会

2005年8月

前言

近 30 年来,移动通信技术取得了突飞猛进的发展。第一代蜂窝移动通信技术使普通消费者开始享受到移动通信的便利。第二代移动通信技术在全球取得了巨大成功,使移动通信设备成为人们必不可少的生活工具。第三代移动通信技术具有更高的数据速率,可为消费者提供更丰富的业务体验。

近年来,第三代移动通信技术(3G)在全球得到了长足的发展,系统设备厂商们拿出了务实的 2G 升级至 3G 的解决方案,使 3G 网络建设成本和服务价格达到了一个比较合理的水平。截至 2007 年 6 月底,全球 WCDMA 用户数量累计达到 1.27 亿,cdma2000 1x 用户数量累计达到 2.9 亿,cdma2000 1xEV-DO 用户数量累计达到 6 930 万。其中,2007 年 1~6 月,全球新增 2 900 万 WCDMA 用户,新增 1 970 万 cdma2000 1x 用户,新增 1 430 万 cdma 2000 1xEV-DO 用户。全球 3G 市场保持了稳步增长的发展势头,3G 逐渐将清晰的技术优势转化为消费者的认可和巨大的市场价值。

对于移动通信设备,射频新理论、新技术的应用是其发展的主要的推动因素。同时,射频模块也是移动通信设备中成本最高、要求最严格的部分。面对日益紧张的频谱资源和不断增长的业务需求,各国都对无线通信设备制定了严格的核准认证标准。

从最初 2Mbit/s 的基本传输速率要求,到 LTE、AIE、移动 WiMAX 等传输速率高达 100Mbit/s 的演进技术路线,不断提高的传输速率在带来视频、多媒体、在线游戏等增值业务的同时,也对终端和网络射频测试提出了更高的要求。对新的射频工作原理的研究,有助于制定更加合理的测试方案,以便在设计、生产、认证各个环节更好地控制产品质量。本书主要分析了目前 4 种第三代移动通信技术的射频工作原理和终端检测方法,并结合国家无线电监测中心 TD-SCDMA 射频一致性测试系统的开发实践,详细介绍了该测试系统。

全球范围内,第三代移动通信技术在不断发展中成熟。随着移动 WiMAX 技术的加入,LTE 和 AIE 等演进技术的完善,基于高速数据的各种增值业务的开发,终端功能的不断增强,第三代移动通信技术将逐渐得到消费者认可,并将转化为巨大的市场价值。

编者
2008 年 5 月

目 录

第 1 章 移动通信设备检测	1
1.1 移动通信的发展	1
1.2 3G 的主要技术体制及区别	3
1.2.1 多种体制的由来	3
1.2.2 无线传输技术提案	4
1.2.3 技术融合	4
1.2.4 3G 技术体制比较	5
1.2.5 3G 频谱情况	7
1.3 移动通信终端检测	10
1.4 3G 终端在测试中的表现	12
参考文献	13
第 2 章 TD-SCDMA 射频技术和设备检测	14
2.1 TD-SCDMA 标准	14
2.1.1 TD-SCDMA 标准的形成	14
2.1.2 TD-SCDMA 标准演进	15
2.2 TD-SCDMA 关键技术	17
2.2.1 TDD 模式	17
2.2.2 低码片速率	18
2.2.3 上行同步	19
2.2.4 接力切换	19
2.2.5 智能天线	19
2.2.6 多用户检测	19
2.2.7 软件无线电技术	20
2.3 TD-SCDMA 空中接口	20
2.3.1 空中接口概述	20
2.3.2 物理信道	21
2.3.3 传输信道对物理信道的映射关系	28
2.4 TD-SCDMA 终端射频一致性测试	29
2.4.1 发射机特性测试	31
2.4.2 接收机特性测试	44

2.4.3 接收机性能测试	51
参考文献	60
第3章 WCDMA 射频技术和设备检测	61
3.1 WCDMA 系统结构概述	61
3.1.1 UMTS 网络构成	61
3.1.2 UTRAN	63
3.1.3 RNC	66
3.1.4 Node B	66
3.2 WCDMA 关键技术	67
3.2.1 RAKE 接收机	67
3.2.2 WCDMA 射频和中频设计原理	69
3.2.3 信道编码	72
3.2.4 多用户检测技术	74
3.3 WCDMA 无线接口技术	75
3.3.1 WCDMA 无线接口概述	75
3.3.2 逻辑信道	78
3.3.3 传输信道	78
3.3.4 物理信道	79
3.3.5 物理层过程	94
3.4 WCDMA 终端射频一致性测试	98
3.4.1 测试条件	99
3.4.2 发射机特性测试	99
3.4.3 接收机特性测试	108
参考文献	112
第4章 cdma2000 射频技术和设备检测	114
4.1 cdma2000 标准化演进	114
4.1.1 cdma2000 1x	115
4.1.2 1xEV-DO	116
4.1.3 1xEV-DV	117
4.2 cdma2000 网络结构和关键技术	120
4.2.1 cdma2000 网络结构	120
4.2.2 cdma2000 1x 分组数据业务实现	121
4.2.3 cdma2000 1x 关键技术	123
4.3 cdma2000 空中接口	125
4.3.1 cdma2000 空中接口概述	125

4.3.2	cdma2000 物理信道	129
4.3.3	cdma2000 中的逻辑信道及其与物理信道的映射	140
4.3.4	cdma2000 空中接口技术的演进	146
4.4	cdma2000 终端射频一致性测试	149
4.4.1	发射机特性测试	150
4.4.2	接收机特性测试	162
参考文献		168
第 5 章 WiMAX 射频技术和设备检测		169
5.1	WiMAX 概述	169
5.1.1	宽带无线接入标准组织	169
5.1.2	802.16 标准	169
5.1.3	WiMAX 联盟	171
5.1.4	802.16 技术特点	171
5.1.5	WiMAX 技术应用场景	177
5.2	WiMAX 协议和网络架构	178
5.2.1	WiMAX 协议栈参考模型	178
5.2.2	WiMAX 网络架构名词定义	179
5.2.3	WiMAX 网络系统结构	181
5.2.4	WiMAX 网络系统接口	183
5.2.5	网络系统演进	183
5.3	802.16e 标准研究	184
5.3.1	802.16e MAC 层	184
5.3.2	802.16e 物理层	191
5.4	WiMAX 技术与相近技术对比	198
5.4.1	WiMAX 与 3G 的对比	198
5.4.2	WiMAX 与 HSDPA 的对比	199
5.4.3	WiMAX 与 Wi-Fi 的对比	201
5.4.4	WiMAX 与 DSL 的对比	203
5.4.5	WiMAX 与 Cable 的对比	204
5.5	WiMAX 相关测试	205
5.5.1	WiMAX 认证测试的规程	206
5.5.2	运营角度关心的系统测试	208
5.5.3	国内外 WiMAX 相关测试工作的进展	211
5.5.4	应用中的测试问题	211
5.6	WiMAX 射频一致性测试	212
5.6.1	被测设备控制	214
5.6.2	发射机特性测试	214

5.6.3 接收机特性测试	218
参考文献	219
第 6 章 TD-SCDMA 终端射频一致性测试系统	221
6.1 自动测试系统开发简介	221
6.1.1 自动测试系统设计	221
6.1.2 自动测试系统硬件体系结构	227
6.1.3 自动测试系统软件体系结构	233
6.2 TD-SCDMA 自动测试系统总体设计方案	243
6.3 TD-SCDMA 自动测试系统指标	246
6.3.1 系统总体技术指标	246
6.3.2 系统模拟器基本指标	247
6.3.3 系统性能测试指标	248
6.3.4 自动测试软件集成技术指标	249
6.3.5 系统测试不确定度技术指标	249
6.4 TD-SCDMA 自动测试系统功能	251
6.4.1 TD-SCDMA 发射机特性测试	251
6.4.2 TD-SCDMA 接收机特性测试	252
6.4.3 TD-SCDMA 性能测试	252
6.4.4 一致性测试系统测试支持能力	253
6.4.5 一致性测试系统参数配置	254
6.4.6 一致性测试系统测试升级能力	256
6.4.7 一致性测试系统与终端兼容能力	257
6.5 开发过程中的问题和应对	257
6.5.1 系统模拟器	257
6.5.2 射频接口部分	258
6.5.3 自动测试系统软件集成	263
参考文献	266
第 7 章 移动通信和测试技术的发展	267
7.1 移动通信技术的新发展	267
7.2 测试仪器的新发展	272
参考文献	278

第 1 章

移动通信设备检测

1.1 移动通信的发展

迄今为止,现代移动通信系统的发展主要经历了以下几个阶段。

(1) 第一代模拟蜂窝移动通信网,时间是 20 世纪 70 年代中期~80 年代中期。这一代通信技术相对于以前的移动通信系统,最重要的突破是贝尔实验室在 20 世纪 70 年代提出的蜂窝网的概念。蜂窝网即小区制,由于其实现了频率复用,大大提高了系统容量。

第一代移动通信系统的典型代表是美国的 AMPS 系统和后来的改进型系统 TACS,以及 NMT 和 NTT 等。先进的移动电话系统 (AMPS) 使用模拟蜂窝传输的 800MHz 频带,在北美、南美和部分环太平洋国家广泛使用;总接入通信系统 (TACS) 使用 900MHz 频带,分 ETACS (欧洲) 和 NTACS (日本) 两种体制,我国和英国、日本及部分亚洲国家广泛使用此标准。

第一代移动通信系统的主要特点是采用频分复用、语音信号为模拟调制、每隔 30kHz/25kHz 为一个模拟用户信道。其主要不足有:

- ① 频谱利用率低;
- ② 业务种类有限;
- ③ 无高速数据业务;
- ④ 保密性差,易被窃听和盗号;
- ⑤ 设备成本高;
- ⑥ 终端体积大、重量大。

(2) 为了解决模拟系统中存在的这些根本性技术缺陷,数字移动通信技术应运而生,这就是以 GSM 和 IS-95 为代表的第二代移动通信系统,时间是从 20 世纪 80 年代中期开始。第二代数字蜂窝移动通信系统的典型代表是美国的 DAMPS、IS-95 和欧洲的全球移动通信系统 (GSM)。

GSM 发源于欧洲,它是作为全球数字蜂窝通信的 TDMA 标准而设计的,支持 64kbit/s 的数据速率,可与 ISDN 互联。GSM 使用 900MHz 频带,使用 1800MHz 频带的系统称为 DCS1800。GSM 采用 FDD 方式和 TDMA 方式,每载频支持 8 个信道,信号带宽 200kHz。

先进的数字移动电话系统 (DAMPS) 也称为 IS-54,是两种北美数字蜂窝标准中推出较早的一种,使用 TDMA 方式,北美数字蜂窝使用 800MHz 频带。

IS-95 是北美的另一种数字蜂窝标准,使用 800MHz 或 1900MHz 频带,使用 CDMA 方式,目前已成为美国个人通信系统 (PCS) 网的首选技术。

由于第二代移动通信以传输话音和低速数据业务为目的,从 1996 年开始为了解决中速

数据传输问题又出现了 2.5 代的移动通信系统，如 GPRS 和 IS-95B。

CDMA 系统容量大，相当于模拟系统的 10~20 倍，与模拟系统的兼容性好。美国、韩国、中国香港等地已开通了窄带 CDMA 系统对用户提供服务。窄带 CDMA 技术比 GSM 成熟晚等原因，使得其在世界范围内的应用远不及 GSM，目前只在北美、韩国和中国有较大规模的商用。第二代移动通信系统提供的主要服务仍然是语音服务以及低速数据服务。由于网络的发展，高速数据和多媒体通信的业务需求越来越普遍和迫切，所以实现宽带多媒体通信成为第三代移动通信系统的主要目标。

(3) 第三代移动通信系统是一种能提供多种类型高质量的多媒体业务、具有全球漫游能力、能实现全球无缝覆盖、与固定网络相融合，并以小型便携式终端在任何时候、任何地点进行任何种类通信的通信系统。

第三代移动通信系统最早由国际电信联盟 (ITU，简称国际电联) 于 1985 年提出，当时称为未来公众陆地移动通信系统 (FPLMTS, Future Public Land Mobile Telecommunication System)，1996 年更名为 IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000)，其主要体制有 WCDMA、cdma2000 和 UWC-136。1999 年 11 月 5 日国际电联 ITU-R TG8/1 第 18 次会议通过了“IMT-2000 无线接口技术规范”建议，其中我国提出的 TD-SCDMA 技术写在了第三代无线接口规范建议的 IMT-2000 CDMA TDD 部分中。2007 年 10 月，ITU 在日内瓦举行的无线通信 (Radio Assembly) 全体会议上，WiMAX 以 OFDMA WMAN TDD 的名义成为 3G 新成员。

IMT-2000 无线传输技术最低性能要求如表 1-1 所示。

表 1-1

IMT-2000 最低性能要求

IMT-2000 无线传输技术 (RTT) 最低性能			
陆地测试环境			
测试环境	室内办公	室外或室内步行	车速
移动性考虑	移动性类型 (低)	移动性类型 (中)	移动性类型 (高)
切换	√	√	√
对通用业务 (General Service) 能力的支持	√/×	√/×	√/×
分组数据	√	√	√
非对称业务	√	√	√
多媒体	√	√	√
可变比特速率	√	√	√
数据业务能力	用户比特速率	用户比特速率	用户比特速率
电路方式	至少 2 048kbit/s	至少 384kbit/s	至少 144kbit/s
分组方式	至少 2 048kbit/s	至少 384kbit/s	至少 144kbit/s

注：√表示要求有相应的某种能力的支持。

×表示不要求有相应的某种能力的支持。

√/×表示对相应的某种能力的支持可以有也可以没有。

1.2 3G 的主要技术体制及区别

1.2.1 多种体制的由来

目前 ITU 对 3G 的研究工作主要由 3GPP 和 3GPP2 这两个组织来承担。而对于 3GITU 的目标是建立 ITM-2000 系统家族, 求同存异, 实现不同 3G 系统上的全球漫游。下面介绍一下家族概念 (Family Concept)。

(1) 网络部分

在 1997 年 3 月 ITU-T SG11 的一次中间会议上通过了欧洲提出的 ITM-2000 家族概念, 此概念是基于当时的网络情况, 即当时已经有至少两种主要标准: GSM MAP 和 IS-41。

(2) 无线接口

在 1997 年 9 月 ITU-R TG8/1 会议上开始讨论无线接口的家族概念。在 1998 年 1 月 TG8/1 特别会议上, 提出并开始采用“套”的概念, 不再使用“家族”概念。其含义是无线接口标准可能多于一个, 但并没有承认可以多于一个, 最终还是希望能统一到一个标准上。

一般来说, 造成通信技术标准不同的原因主要有下面两个。

(1) 与第二代关系

网络部分一定要有与第二代的兼容性, 即第三代网络是基于第二代网络逐步发展演进的。

在核心网络方面, 第二代网络有两大核心网: GSM MAP 和 IS-41。而在无线接入网方面, 美国的 IS-95 CDMA 和 IS-136 TDMA 运营者强调后向兼容 (演进型), 欧洲的 GSM、日本 PDC 运营者建议无线接口不后向兼容 (革命型)。

核心网与无线接入网接口的对应关系如图 1-1 所示。

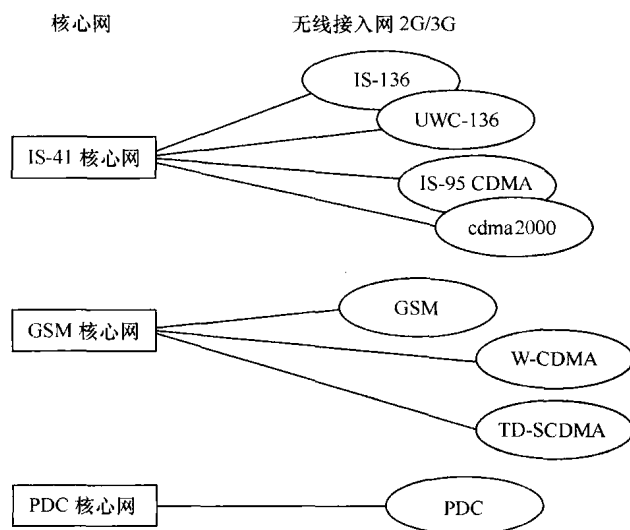


图 1-1 核心网与无线接入网接口的对应关系

(2) 频谱对技术的选择起着重要的作用

在频谱方面, 关键的问题是 ITU 分配的 ITM-2000 频率在美国已用于 PCS 业务。由于美

国要与第二代共用频谱，所以特别强调无线接口的后向兼容，技术上强调逐步演进。而其他大多数国家有新的 IMT-2000 频段，新频段有很大的灵活性。

另外，知识产权和竞争关系也是造成技术不同的主要因素。

最新被接纳的 WiMAX 技术涉及两个国际组织的工作：IEEE 802.16 工作组和 WiMAX 论坛。IEEE 802.16 工作组是标准的制定者，WiMAX 论坛是 IEEE 802.16 技术的推广者。由于制定 802.16 标准的初衷是提供在城域网多厂商环境下点对多点的宽带无线接入，因此该标准与原有的 3 种 3G 体制在频谱、网络方面有较大差别。

1.2.2 无线传输技术提案

ITU-R 第 8 研究组的 TG8/1 任务组负责推进 IMT-2000 无线传输技术 (RTT) 的评估融合工作。至 1998 年 9 月，RTT 提案（包括对 MSS 移动卫星业务）已多达 16 个，它们基本来自 IMT-2000 的 16 个 RTT 评估组成员。这些提案如下：

- (1) UTRA WCDMA (欧洲);
- (2) DECT (欧洲);
- (3) cdma2000 (美国);
- (4) UWC-136 (美国);
- (5) WIMS WCDMA (美国);
- (6) WCDMA/NA (美国);
- (7) WCDMA (日本);
- (8) TD-SCDMA (中国);
- (9) Global CDMA 同步 (韩国);
- (10) Global CDMA 异步 (韩国);
- (11) LEO 卫星系统 SAT-CDMA;
- (12) ESA 的宽带卫星系统 SW-CDMA;
- (13) 混合宽带 CDMA/TDMA 卫星系统 SW-CTDMA;
- (14) ICO 全球通信公司的 ICO RTT;
- (15) INMARSAT 的卫星系统 Horizons;
- (16) Iridium LLC 公司的卫星系统 INX。

其中，前 10 种为 IMT-2000 地面系统 RTT 提案，后 6 种 RTT 反映了将卫星移动通信业务 (MSS) 纳入 IMT-2000 的努力。

提案充分反映了很多国家对 IMT-2000 确定未来制式的关心并力争施加有效影响的愿望。但从市场基础、后向兼容及总体特征看，欧洲 ETSI 的 UTRA WCDMA 及美国 cdma2000 这两个提案最具竞争力。RTT 融合的关键即在于这两个提案的融合能否取得有效的进展。

1.2.3 技术融合

IMT-2000 既包括地面移动通信业务 (TMS)，又包括卫星移动通信业务 (MSS)。建立一个全球统一、融合得更好的第三代移动通信标准对运营商、制造商、用户及政策规划管理部

门均更有利，也为世界各国所欢迎。

就 16 个 RTT 候选方案来看，对于 FDD 模式，地面移动通信融合的最终结果以欧洲 ETSI 的 WCDMA(DS) 与美国 TTA 的 cdma2000 最具竞争力。而对于 TDD 模式，欧洲的 ETSI UTRA 提出的 TD-CDMA 与中国 CATT 提出的 TD-SCDMA 是进一步融合的主要对象。1999 年 3 月底，爱立信和高通公司就 IPR 达成的一系列协议，为推广全球 CDMA 标准扫除了知识产权方面的障碍。1999 年 5 月底，运营者协调集团（OHG，由全球 31 个主要操作运营者与 11 个重要制造商组成）提出的涉及 IMT-2000 的融合提案对促进其主要参数（码片速率、导频结构及核心网协议，以 GSM-MAP、ANSI-41 为基础）的统一起了积极作用。参与者一致同意统一的码片速率，对 FDD-DS-CDMA 取 3.84Mchip/s，对 FDD-MC-CDMA 即 FDD-cdma2000-(MC) 取 3.686 4Mchip/s。1999 年 6 月于北京召开的 TG8/1 第 17 次会议就 IMT-2000 的无线接口技术规范建议达成了框架协议，并鼓励 3GPP、3GPP2 及各标准开发组织支持上述 OHG 提案，由工作组对 MSS 提案进行更细节化的工作。

1999 年 11 月在芬兰赫尔辛基召开的第 18 次会议上通过了 IMT-2000 无线接口技术规范建议，该建议的通过表明 TG8/1 在制定第三代移动通信系统无线接口技术规范方面的工作已基本完成，第三代移动通信系统的开发和应用进入实质阶段，WCDMA、cdma2000 和 TD-SCDMA 确定为最终的 3 种技术体制，而 2007 年 10 月加入的移动 WiMAX 标准将 3G 体制扩展为现有的 4 种。

1.2.4 3G 技术体制比较

1. WCDMA 技术特点

WCDMA 由欧洲标准化组织 3GPP 制定，受全球标准化组织、设备制造商、器件供应商及运营商的广泛支持，成为 3G 的主流体制。

该体制的核心网基于 GSM/GPRS 网络的演进，保持与 GSM/GPRS 网络的兼容性，其核心网络可以基于 TDM、ATM 和 IP 技术并向全 IP 的网络结构演进。核心网络逻辑上分为电路域和分组域两部分，分别完成电路型业务和分组型业务。

UTRAN 基于 ATM 技术统一处理语音和分组业务，并向 IP 方向发展。

MAP 技术和 GPRS 隧道技术是 WCDMA 体制移动性管理机制的核心。

空中接口采用 WCDMA：信号带宽 5MHz、码片速率 3.84Mchip/s、AMR 语音编码、支持同步/异步基站运营模式、上下行闭环加外环功率控制方式、开环（STTD、TSTD）和闭环（FBTD）发射分集方式、导频辅助的相干解调方式、卷积码和 Turbo 码的编码方式、上行和下行均采用 QPSK 调制方式。

2. cdma2000 技术特点

cdma2000 体制是在 IS-95 标准基础上提出的 3G 标准，目前其标准化工作由 3GPP2 来完成。

电路域：继承 2G IS-95 CDMA 网络，引入以 WIN 为基本架构的业务平台。

分组域：基于 Mobile IP 技术的分组网络。

无线接入网：以 ATM 交换机为平台提供丰富的适配层接口。

空中接口采用 cdma2000 兼容 IS-95：信号带宽 $N \times 1.25\text{MHz}$ ($N=1, 3, 6, 9, 12$)；码片速率 $N \times 1.2288\text{Mchip/s}$ ；采用 8k/13k QCELP 或 8k EVRC 语音编码；基站需要 GPS/GLONASS