



北京市高等教育精品教材立项项目

3G 基站运行与维护

(TD-SCDMA)

刘 威
陈海燕 主 编
李 莉 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育精品工程规划教材·通信专业

3G 基站的运行与维护 (TD-SCDMA)

刘 威 陈海燕 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以当前 3G 技术的 TD-SCDMA 移动网络系统建设与运行维护的实际工作环境为依据,按照移动网络的建设与运行维护的实施步骤进行编写。全书共分五章,内容涵盖了:TD-SCDMA 网络系统导论、TD-SCDMA 移动网络规划、移动网络设备的配置与安装、网络设备调测与割接、移动网络设备运行维护等。本教材系统的讲述了 TD-SCDMA 网络建设和维护中的各环节的主要内容,并结合华为公司的 TD-SCDMA 设备进行实际工程组网规划、系统配置、工程安装、设备调测、运维与故障处理等方面知识和技能的全面性讲授。

本书可作为高等院校通信类、电子信息类专科、本科层次的教材用书,也可供有关通信领域技术培训及工程技术人员自学参考之用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容
版权所有,侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

3G 基站的运行与维护:TD-SCDMA/刘威,陈海燕主编. —北京:电子工业出版社,2010.8

(高等职业教育精品工程规划教材. 通信专业)

ISBN 978-7-121-11420-5

I. ①3… II. ①刘… ②陈… III. ①码分多址—移动通信—通信设备—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 139027 号

策划编辑:郭乃明

责任编辑:郭乃明

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:380 千字

印 次:2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:26.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

TD-SCDMA 技术是由我国提出的具有自主知识产权的第三代移动通信技术,目前国内外多个通信厂商均参与了技术与产品生产。中国移动运营商中实力最强的中国移动公司正在建设自有知识产权的 TD-SCDMA 网络来承载中国第三代移动通信,目前已在全国二百多个城市建设了 TD-SCDMA 移动网络。基于 TD-SCDMA 移动技术的快速发展、对 TD-SCDMA 技术人才的需求,并结合国内高等职业教育的定位和特点,我们进行了本教材的编写。

本教材以 TD-SCDMA 移动网络系统建设与运行维护的实际工作环境为依据,按照网络建设与运行维护的实施步骤编写了本教材。内容包括 TD-SCDMA 移动网络规划、移动网络设备的配置与安装、网络设备调测与割接、移动网络设备运行维护四大部分。本教材系统地讲述了 TD-SCDMA 网络建设维护中的各环节内容,并结合华为公司的 TD-SCDMA 设备对实际系统配置、工程安装、设备调测、运维与故障处理等进行了具体的学生技能训练。通过本教材的学习可以使高等职业院校的学生掌握 TD-SCDMA 网络规划建设、安装调试和运行维护的基本技能,为移动系统网络规划和移动系统运营维护等方面培养相关的中级技术人才。

本教材针对实际移动网络设备和设备操作流程进行编写,实践操作性强,便于教学和实训练习。为了配合对 TD-SCDMA 技能的掌握与理解,每个教学任务单元除了有详细的文字叙述外,还配有大量的展示图片和分析步骤流程,同时为了便于知识的贯通和拓展,还为每个教学单元编排了考核评估,强化了教学效果。

本书可作为全日制高等职业技术学院通信专业的教材,也可作为通信企业中运维人员技能鉴定、新员工上岗等培训的参考书。

本书由北京电子科技职业技术学院编写。刘威,陈海燕担任主编,李莉担任副主编,参加编写的还有吕奕,付海明,李奕,李薇等。在本书编写过程中得到了华为公司技术人员的帮助和支持,在此表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限,难免存在不足之处,真诚希望广大读者能够提出宝贵意见,以便进一步修改完善。

目 录

第1章 TD-SCDMA 系统导论	1
1.1 移动通信系统的发展演进	1
1.1.1 移动通信的发展阶段和系统特点	1
1.1.2 TD-SCDMA 发展历程	2
1.2 TD-SCDMA 移动通信标准特点	3
1.3 TD-SCDMA 系统结构和原理	5
1.3.1 TD-SCDMA 系统结构	5
1.3.2 UTRAN 结构及其接口的通用协议模型	6
1.3.3 无线接口协议	6
1.3.4 物理信道	8
1.3.5 传输信道	12
1.3.6 各层功能描述	13
1.3.7 接口描述	16
1.4 TD-SCDMA 关键技术及其对系统性能的影响	20
1.4.1 时分双工	20
1.4.2 多址方式	20
1.4.3 同步技术	21
1.4.4 功率控制	21
1.4.5 智能天线	22
1.4.6 联合检测	23
1.4.7 接力切换	24
1.4.8 动态信道分配	25
1.4.9 N 频点技术	28
1.5 TD-SCDMA 系统的业务能力	29
1.5.1 业务能力概述	29
1.5.2 业务应用介绍	32
1.6 TD-SCDMA 无线网络的测试	39
1.6.1 覆盖和容量测试概述	39
1.6.2 覆盖和容量测试的方法	40
1.6.3 覆盖和容量测试结果分析方法	41
1.7 TD-SCDMA 网络规划的特点	43
第2章 移动网络规划	46
2.1 TD-SCDMA 规划流程	47
2.1.1 规划目标定义及需求分析阶段	48
2.1.2 传播模型校正阶段	49
2.1.3 预规划阶段	49

2.1.4	站址初选和勘察阶段	49
2.1.5	详细规划阶段	50
2.1.6	任务与训练	50
2.1.7	评价与反馈	50
2.2	业务模型及链路预算	51
2.2.1	用户及业务预测	51
2.2.2	链路预算	53
2.2.3	任务与训练	57
2.2.4	评价与反馈	57
2.3	系统容量估算	57
2.3.1	等效爱尔兰方法	58
2.3.2	Post Erlang-B 方法	59
2.3.3	坎贝尔方法	59
2.3.4	随机背包 (SK, Stochastic Knapsack) 算法	60
2.3.5	各种算法比较	62
2.3.6	任务与训练	63
2.3.7	评价与反馈	63
2.4	站点规划和站址选择	64
2.4.1	TD-SCDMA 站点勘测内容与勘测流程	64
2.4.2	站点选取原则	66
2.4.3	站点勘察过程中需要注意的问题	67
2.4.4	详细勘测内容	67
2.4.5	TD-SCDMA 智能天线性能参数及选择方法	68
2.4.6	与其他系统隔离情况	69
2.4.7	任务与训练	72
2.4.8	评价与反馈	72
第 3 章	设备配置与安装	73
3.1	Node B 系统配置	73
3.1.1	DNB6200 基站系统功能模块组成	73
3.1.2	DNB6200 设备介绍	74
3.1.3	DNB6200 配置原则	80
3.1.4	任务与训练	81
3.1.5	考核评价	83
3.2	Node B 系统组网	83
3.2.1	DBBP530 基站系统组网方式	83
3.2.2	RRU 组网方式	84
3.2.3	任务与训练	85
3.2.4	考核评价	86
3.3	Node B 系统设备安装	87
3.3.1	Node B 对安装环境的要求	87

3.3.2	Node B 的安装	88
3.3.3	任务与训练	100
3.3.4	考核评价	101
3.4	RNC 系统配置	101
3.4.1	TRNC820 系统功能和模块组成	102
3.4.2	TRNC820 的硬件组成	105
3.4.3	TRNC820 系统的配置	111
3.4.4	任务训练	114
3.4.5	考核评价	115
3.5	RNC 系统的设备安装	116
3.5.1	安装 TRNC820 机柜及板卡	116
3.5.2	安装 TRNC820 信号线	119
3.5.3	任务训练	124
3.5.4	考核评价	126
第 4 章	设备调测与割接	127
4.1	Node B 的开通调测	127
4.1.1	本地维护终端 LMT 简介	127
4.1.2	Node B LMT 应用程序的安装	129
4.1.3	连接 Node B LMT 计算机和 Node B	131
4.1.4	Node B MML 命令简介	132
4.1.5	Node B 的开通调测	134
4.1.6	任务训练	141
4.1.7	考核评价	141
4.2	RNC 的开通调测	142
4.2.1	RNC LMT 简介	142
4.2.2	RNC 调测简介	146
4.2.3	RNC 设备调测简介	146
4.2.4	任务训练	159
4.2.5	考核评价	160
4.3	Node B 与 RNC 割接测试	160
4.3.1	Node B 与 RNC 的数据协商	160
4.3.2	RNC 割接测试	166
4.3.3	Node B 割接测试	169
4.3.4	任务训练	171
4.3.5	考核评价	172
4.4	无线网络功能验证测试	172
4.4.1	在 LMT 上对 Node B 的监测	172
4.4.2	在 LMT 上对 RNC 的性能监测	176
4.4.3	任务训练	185
4.4.4	考核评价	188

第 5 章 网络运行与维护	189
5.1 Node B 设备运行与维护	189
5.1.1 Node B 站点维护概述	189
5.1.2 Node B 设备的日常检查	189
5.1.3 Node B 设备的硬件维护	190
5.1.4 任务训练	194
5.1.5 考核评价	194
5.2 Node B 告警与故障处理	195
5.2.1 Node B 告警管理概述	195
5.2.2 Node B 告警系统属性配置	196
5.2.3 处理 Node B 告警	197
5.2.4 Node B 常见故障定位及处理方法	203
5.2.5 任务训练	205
5.2.6 考核评价	205
5.3 RNC 设备运行与维护	206
5.3.1 RNC 硬件例行维护项目	206
5.3.2 RNC 上电和下电	208
5.3.3 清洗除尘	210
5.3.4 更换 RNC 单板和模块	211
5.3.5 任务训练	213
5.3.6 考核评价	213
5.4 RNC 告警与故障处理	214
5.4.1 RNC 告警管理概述	214
5.4.2 监控 RNC 告警	215
5.4.3 管理告警转发	219
5.4.4 操作 RNC 告警箱	219
5.4.5 RNC 常见故障处理举例	220
5.4.6 任务训练	222
5.4.7 考核评价	222
5.5 机房辅助设备运行与维护	223
5.5.1 通信电源的运行与维护	223
5.5.2 通信基站防雷维护	227
5.5.3 其他机房辅助设备的日常维护	232
5.5.4 任务训练	233
5.5.5 考核评价	233

第 1 章 TD-SCDMA 系统导论

1.1 移动通信系统的发展演进

1.1.1 移动通信的发展阶段和系统特点

移动通信系统的演进经历了三代,从第一代模拟移动通信系统(1st Generation, 简称为 1G, 后同),到第二数字移动通信系统(2G),再到现在的第三代移动通信系统(3G)。目前正在向后三代或第四代宽带移动通信系统(B3G/4G)发展和演进。

第一代移动通信技术(俗称“大哥大”所采用的技术)是指最初模拟的、仅支持语音业务的蜂窝电话技术标准。该标准制定于 20 世纪 80 年代,由于该通信系统频率利用率低、电话不能漫游、各个系统间难以互联互通等问题,很快被市场和随之而来的通信新技术所淘汰。

第二代移动通信技术标准主要采用数字的时分多址(TDMA, Time Division Multiple Access)技术和码分多址(CDMA, Code Division Multiple Access)技术。第二代移动通信系统主要提供数字化的语音业务和低速数据业务。它克服了第一代模拟通信系统的诸多缺点,在语音质量、保密性、业务能力等方面均有很大提高,而且支持漫游功能。但是第二代移动通信系统也有其自身难以解决的问题,例如其有限的带宽限制了数据业务的应用和发展,无法实现诸如移动多媒体等高速率的数据业务。另外,全球各个区域和厂商使用的第二代移动通信系统采用不同的制式,移动通信标准不统一,导致用户只能在同一制式覆盖的区域内漫游,无法实现全球漫游。

鉴于第二代移动通信系统无法满足用户在系统容量和业务能力方面日益增长的需求,第三代移动通信技术于 1985 年由国际电信联盟提出。其主要目标是制定一个通用的网络架构,能够支持现有和未来的服务。到目前为止,3G 技术标准主要包括欧洲提出的 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)、中国提出的 TD-SCDMA (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access)、美国提出的 CDMA 2000 和 WiMAX (World Interoperability for Microwave Access)的 802.16e 这 4 大标准。其中 WCDMA 和 TD-SCDMA 标准属于 3GPP (3rd Generation Partnership Project)系统,有时也称为通用移动通信系统(UMTS, Universal Mobile Telecommunication System)。3GPP 系统架构是通用无线分组业务(GPRS, General Packet Radio Service)技术上的延伸,与第二代移动通信技术相比,3G 具有 5MHz 以上的带宽,传输速率最低为 384kbit/s,最高可达 2Mbit/s。3G 网络不仅能够传输高质量的语音,还能提供高速数据传输,从而实现快捷、方便的无线应用(例如宽带多媒体等业务)。3G 网络能够将高速移动接入和基于 IP 的服务结合起来,提高无线频率利用率,提供包括卫星在内的全球覆盖,并实现有线和无线以及不同无线网络之间业务的无缝连接,满足多媒体业务的要求。

1.1.2 TD-SCDMA 发展历程

TD-SCDMA 是一个由中国提出的第三代移动通信技术标准。目前,这一技术标准已经被 ITU 正式接纳为第三代移动通信国际标准。

为促进对第三代移动通信系统的研究工作,建立一个真正的全球第三代移动通信标准,1998 年 12 月 3GPP 组织成立。该组织由各个国家和地区的电信标准化组织组成,包括欧洲的 ETSI、美国的 T1、日本的 ARIB、韩国的 TTA 和中国的 CWTS 等。1999 年年底 3GPP 规范的第 1 版标准完成,2001 年年初完成 2000 年版本的标准制定工作。在 3GPP 的标准规范中将 TD-SCDMA 吸收作为 UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) 的第 4 版 (R4) 标准的一部分。

经过近十年的积累和准备,TD-SCDMA 成功走出一条技术到标准、标准到产品、产品到产业的科技创新之路,经历了从标准的确立、产业联盟的创立到产业链不断完善的发展历程。

1995 年,电信科学技术研究院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, Wireless Local Loop) 系统研制,项目于 1997 年年底通过国家验收。原邮电部批准在此基础上按照国际电信联盟 (ITU, International Telecommunication Union) 对第三代移动通信系统的要求形成我国 TD-SCDMA 第三代移动通信系统 RTT (Radio Transmission Technology) 标准的初稿,该标准提案在我国原无线通信标准组 (CWTS, Chinese Wireless Telecommunication Standard group) 最终修改完成后,于 1998 年 6 月底由电信科学技术研究院代表我国向 ITU 正式提交。

ITU 于 1998 年 11 月召开会议通过 TD-SCDMA 成为其十个公众陆地第三代移动通信系统候选标准之一。其后在信息产业部领导下,通过电信科学技术研究院、中国移动、中国联通、中国电信等单位在国际标准会议上的艰苦努力,1999 年 11 月在芬兰赫尔辛基的 ITU 会议上,TD-SCDMA 写入 ITU-R M.1457 中,成为 ITU 认可的第三代移动通信无线传输主流技术之一。并于 1999 年 12 月开始与 UTRN TDD (也称为宽带 TDD 或者 HCR, High Chip Rate) 在 3GPP 融合,最终在 2000 年 5 月伊斯坦布尔召开的世界无线电管理大会 (WARC, World Administrative Radio Conference) 上,TD-SCDMA 正式被接纳为国际第三代移动通信标准。

在我国的标准组织——中国通信标准协会 (CCSA) 的第五技术委员会 (TC5) 中,已制定了 TD-SCDMA 的一整套行业标准,包括系统体系架构、空中接口和网元接口的详细技术规范。2006 年 1 月 20 日,信息产业部正式颁布 TD-SCDMA 为我国的行业标准。

TD-SCDMA 作为中国首次提出的具有自主知识产权的国际 3G 标准,已经得到了中国政府、运营商以及制造商等各界同仁的极大关注和支持。2002 年 10 月 30 日,TD-SCDMA 产业联盟正式成立,大唐、南方高科、华立、华为、联想、中兴、中电、中国普天 8 家知名通信企业作为首批成员,签署了致力于 TD-SCDMA 产业发展的《发起人协议》。UT 斯达康、意法半导体、安捷伦、美国泰克公司、德州仪器、RTX 公司等国际知名的电信企业先后加入 TD-SCDMA 阵营,如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 TD-SCDMA 成员单位

TD-SCDMA 联盟的成立标志着 TD-SCDMA 获得了产业界的整体响应，阵营覆盖了从系统设备到终端的完整产业链，推动了产业化进程的突破。在众多国内外企业的共同努力下，TD-SCDMA 产业链的竞争环境已逐步形成并完善。形成了一个聚集近 50 家国内外电信企业的 3G 产业。

1.2 TD-SCDMA 移动通信标准特点

TD-SCDMA 的无线传输方案综合了 FDMA, TDMA 和 CDMA 等多种多址方式。通过综合使用智能天线、联合检测技术，提高了传输容量方面的性能，同时降低了小区间频率复用所产生的干扰，并通过更高的频率复用率来提供更高的话务量。

TD-SCDMA 的双工方式采用了 TDD 模式，它在相同频带内的时域上划分不同的时段（时隙）供上、下行进行双工通信，可以方便地实现上、下行链路间地灵活切换，例如根据不同的业务对上、下行资源需求的不同来确定上、下行链路间的时隙分配转换点，进而实现高效率地承载所有 3G 对称和非对称业务。与 FDD 模式相比，它可以运行在不成对的射频频谱上，因此在当前复杂的频谱分配情况下具有非常大的优势。因此，TD-SCDMA 通过最佳自适应资源的分配和最佳频谱效率，可支持速率从 8kbps 到 2Mbps 的语音、视频电话、互联网等各种 3G 业务。

TD-SCDMA 标准的协调工作在 3GPP 里进行。由于 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 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的发展方向，具有前瞻性和强大的后发优势。与其他 3G 标准相比，TD-SCDMA 系统及其技术有着如下特点：

(1) 频谱效率高

TD-SCDMA 系统综合采用了联合检测、智能天线和上行同步等先进技术,系统内的多址和多径干扰得到了较好的消除,从而有效地提高了频谱利用率,进而提高了整个系统的容量。具体来讲,联合检测和上行同步可降低小区内的干扰(多小区联合检测能进一步消除部分同频邻区干扰),智能天线则可以有效抑制小区间及小区内的干扰。另外,联合检测和智能天线对于缓解 2G 频段上多径干扰也有较好的作用。

(2) 支持多载频(N 频点)

对 TD-SCDMA 系统来说,在大部分场景其容量主要受限于码资源。TD-SCDMA 支持多载波,载频之间切换很容易实现。因为 TD-SCDMA 是时分系统,手机可在控制信道时扫描其他频率,无需任何额外硬件即可实现载波间切换,并能保证很高的成功率。另外通过多载波可以消除同频广播信道间干扰以及上行同步信道间的干扰,从而降低掉话率。TD-SCDMA 系统可以将相邻小区的导频安排在不同的载波上,从而降低导频间干扰。

(3) 呼吸效应相对较弱

用户数的增加使覆盖半径收缩的现象称为呼吸效应。CDMA 系统是一个自干扰系统,当用户数显著增加时,用户产生的自干扰呈指数级增加,因此呼吸效应是 CDMA 系统的自有特点。呼吸效应的另一个表现形式是每种业务用户数的变化都会导致所有业务的覆盖半径发生变化,这会给网络规划和网络优化带来很大的麻烦。TD-SCDMA 采用的联合检测及智能天线技术减弱了呼吸效应。

(4) 频谱利用灵活、频率资源丰富

TD-SCDMA 系统采用时分双工模式,它的一个载波只需占用 1.6MHz 的带宽就可以提供速率达 384kbps 的 3G 业务(R4 版本),对于频率分配的要求简单和灵活了许多。中国政府为 TDD 分配了 155MHz 的工作频段(FDD 上、下行共 90MHz 的对称频段),TDD 系统在频率资源方面的优势为其网络扩容和后续发展提供了可能。除中国外,世界各国 3G 频谱规划都包括 TDD 频段,这为 TD-SCDMA 技术的国际化应用和国际漫游提供了必要的条件。

(5) 灵活高效承载非对称数据业务

TDD 技术的采用是 TD-SCDMA 系统与其他 3G 主流标准 FDD 系统的根本区别。TD-SCDMA 系统子帧中上、下行链路的转换点是可以灵活设置的,根据不同承载业务分别在上、下行链路上数据量的分布,上、下行资源可以在 3:3 的对称分配到 1:5 的非对称分配范围内调整。

在未来 3G 多样化的业务应用中,非对称的数据业务会占有越来越大的比例,大部分业务的典型特征是上行链路和下行链路中的业务量不对称。FDD 系统由于其固定的上、下行频率的对称占用,在承载非对称业务时会造成对频谱资源的浪费。而 TD-SCDMA 系统可以通过配置切换点位置,灵活地调度系统上、下行资源,使得系统资源利用率最大化。因此 TD-SCDMA 系统更加适合未来的 3G 非对称数据业务和互联网业务方面。

(6) 有利于智能天线技术的使用

近年来,智能天线技术已经成为移动通信中最具有吸引力的技术之一。智能天线采用空分多址(SDMA)技术,利用信号在传输方向上的差别,将同频率或同时隙、同码道的信号区分开来,最大限度地利用有限的信道资源。与无方向性天线相比较,其上、下行链路的天线增益大大提高,降低了发射功率电平,提高了信噪比,有效地克服了信道传输衰落的影响。

同时,由于天线波瓣直接指向用户,减小了与本小区内其他用户之间以及与相邻小区用户之间的干扰,而且也减少了移动通信信道的多径效应。CDMA 系统是个功率受限系统,智能天线的应用达到了提高天线增益和减少系统干扰两大目的,从而显著地扩大了系统容量,提高了频谱利用率。

智能天线在本质上是利用多个天线单元空间的正交性(即空分多址复用功能),来提高系统的容量和频谱利用率,以便于 TD-SCDMA 系统充分利用 CDMA、TDMA、FDMA 和 SDMA 这四种多址方式的技术优势,使系统性能最佳化。由于采用智能天线后,应用波束赋形技术显著提高了基站的接收灵敏度和等效发射功率,能够大大降低系统内部的干扰和相邻小区之间的干扰,从而使系统容量得到扩大;同时也可以使业务密度高的市区和郊区所要求的基站数目减少。在业务稀少的乡村,无线覆盖范围也可有效增加。

1.3 TD-SCDMA 系统结构和原理

1.3.1 TD-SCDMA 系统结构

TD-SCDMA 系统由 3GPP 组织制定、维护标准,与 WCDMA 具有一致的网络架构,如图 1-3-1 所示,UMTS 的结构比较简单,它包含三个部分、两个接口。三个部分是核心网(Core Network, CN)、接入网(UMTS Terrestrial Radio Access Network, UTRAN)和终端(User Equipment, UE)。两个接口是 CN 与 UTRAN 间的 Iu 接口和 UTRAN 与 UE 间的 Uu 接口。

Uu 接口从底向上分为接入层和非接入层,接入层为非接入层提供服务。接入层主要包括物理层、MAC/RLC 层和 RRC 层。

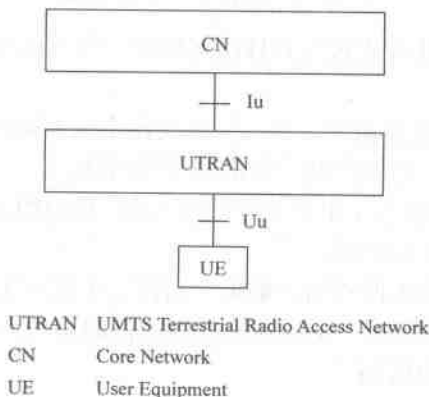


图 1-3-1 TD-SCDMA 结构示意图

这里的终端是网络为用户提供服务的最终平台。终端既包含与网络间实现无线传输的移动设备,也包含用来进行用户业务识别并鉴定用户身份的用户识别模块(UMTS Subscriber Identity Module, USIM)。

R4 版本的接入网部分主要包括基站(BS)和无线网络控制器两部分(RNC)。接入网负责业务分配无线资源并与终端设备建立可靠的无线连接以承载高层的用户应用。

核心网包括支持网络特征和通信业务的物理实体,提供包括用户合法信息的存储、鉴权、

位置信息的管理、网络特性和业务的控制、信令和用户信息的传输机制等功能。通常 R4 版本的核心网又分电路域 (CS) 和分组域 (PS) 两部分。话音、视频电话等业务由 CS 域提供服务, 而 FTP、Web 浏览等业务由 PS 域提供服务。

1.3.2 UTRAN 结构及其接口的通用协议模型

UTRAN 是 3G 网络中的无线接入网部分, 其结构如图 1-3-2 所示。UTRAN 由一组 RNS (Radio Network Subsystem) 组成, 通过 Iu 接口和核心网相连。每一个 RNS 包括一个 RNC 和若干个 Node B, Node B 和 RNC 之间通过 Iub 接口进行通信。由于 TD-SCDMA 系统使用硬切换, 所以 RNC 之间的 Iur 接口通常不实现。

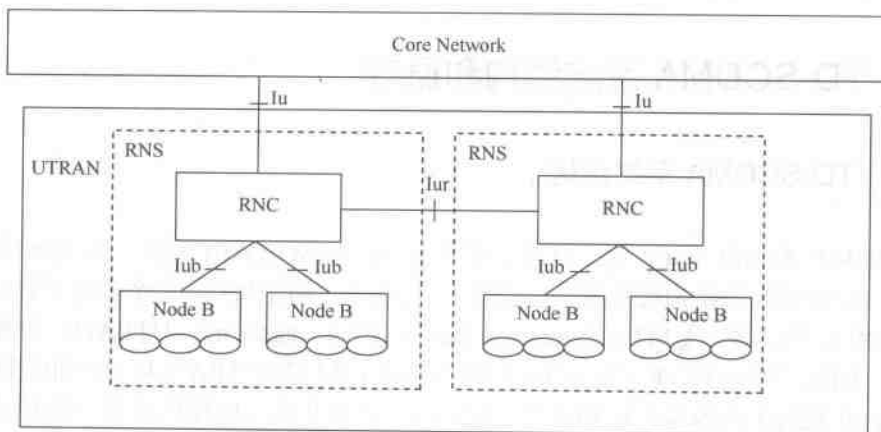


图 1-3-2 UTRAN 结构示意图

Node B 提供使 UE 以无线方式接入到移动网络的功能, 可处理一个或多个小区, 并通过 Iub 接口与 RNC 相连接。

RNC 主要负责接入网无线资源的管理, 提供支持不同 Node B 间的控制功能, 包括接入控制、功率控制、负载控制、切换控制和分组调度等功能。

3GPP 接口协议栈的划分继承了 ISO 七层模型思想。Uu 接口和 Iu 接口的协议栈结构通常被分为两部分: 用户平面和控制平面。

用户平面用来传输通过接入网的用户数据。而控制平面对无线接入承载及 UE 和网络之间的连接进行控制 (包括业务请求、不同传输资源的控制和切换等等); 另外, 控制平面也提供了非接入层消息透明传输的机制。

1.3.3 无线接口协议

无线接口的协议结构如图 1-3-3 所示。每个块代表一个协议的实例。层 (子层) 之间通过业务接入点 (SAP) 提供逻辑通道, 下层为上层提供服务。SAP 在图中用圈表示。

TD-SCDMA 系统的空中接口协议分为 3 个标准的协议层: L1——物理层; L2——数据链路层; L3——网络层。

L2 被分成几个子层, 从控制面上看, 包括媒体接入控制 (Media Access Control, MAC)

层和无线链路控制 (Radio Link Control, RLC) 层。而在用户面上,除了这两个子层外,还包含处理分组业务的分组数据会聚子层协议 (Packet Data Convergence Protocol, PDCP) 和广播/多播控制子层 (Broadcast/Multicast Control, BMC)。

在控制面上 L3 的最底层为无线资源控制 (Radio Resource Control, RRC), 它属于接入层 (Access Stratum, AS), 终止于 RAN。

RLC 和 MAC 之间的业务接入点提供逻辑信道, 物理层和 MAC 之间的业务接入点提供传输信道。RRC 与下层的 PDCP、BMC、RLC 以及物理层之间都有连接, 对这些实体进行内部控制和参数配置。

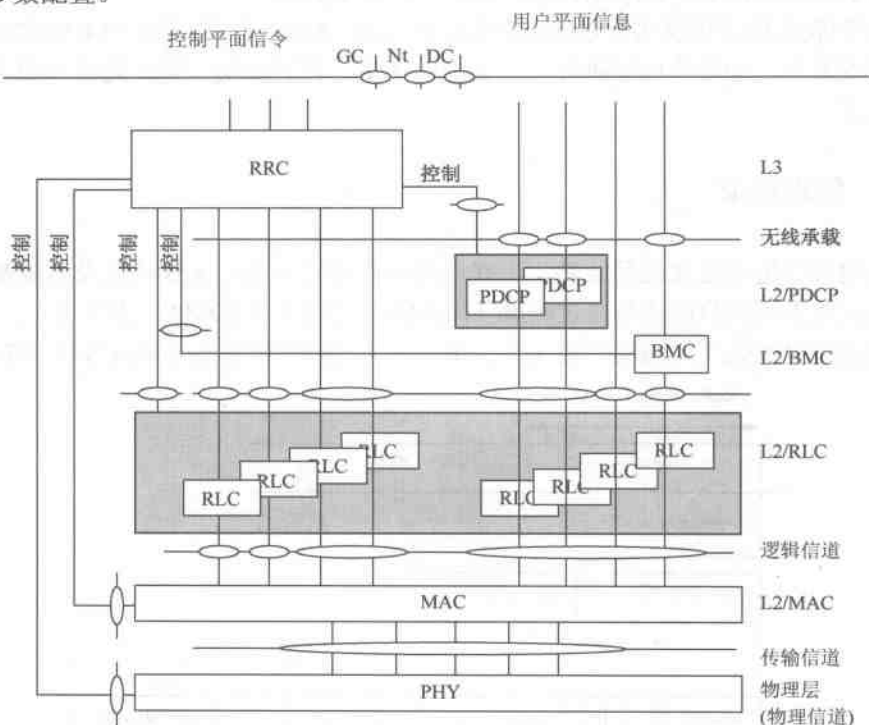


图 1-3-3 无线接口的协议结构

物理层通过传输信道为 MAC 层提供相应的服务。传输信道根据数据传输的格式,指示其以何种方式进行复用传输。MAC 层通过逻辑信道承载 RLC 的业务。

RLC 通过业务接入点 SAP 为上层提供业务。业务接入点指示了 RLC 层处理数据的方式,如是否使用自动重发请求 (ARQ) 功能及如何处理数据分组。在控制平面,RLC 承载的上层业务称为信令无线承载 (Signaling Radio Bearer, SRB), 为 RRC 层传递信令; 在用户平面,无论是特定业务协议层 PDCP 和 BMC, 还是其他高层用户平面功能都使用 RLC 业务。在不使用 PDCP 和 BMC 协议的情况下称为无线承载 (Radio Bearer, RB)。

RLC 层有三种操作模式——透传模式、非确认模式和确认模式。

分组数据协议汇聚层 (PDCP) 和用于广播/多播业务的 BMC 协议子层位于数据链路层 (L2) 的用户平面,通过 RLC 承载业务。PDCP 只存在于分组域 (PS), 主要是对分组数据进行头压缩,以提高空中接口的传输效率。BMC 用于在空中接口上传递由小区广播中心产生的消息。

MAC 层处在物理层和无线连接控制层之间, 向上以逻辑信道的形式为高层提供服务, 向下利用传输信道使用物理层提供的服务。MAC 层除了完成逻辑信道和传输信道之间的映射外, 还要根据业务情况和传输信道的使用情况进行传输信道的传输格式选择, 以提高传输信道的利用率。

RLC 和 MAC 子层还提供了数据、信令传输的安全机制——加密和完整性保护。RRC 同样也是通过业务接入点为上层提供业务的。UE 侧, 非接入层 (NAS) 通过接入点和 RRC 交互消息; 在 UTRAN 侧, Iu RANAP 协议通过业务接入点和核心网进行交互。所有高层 (NAS) 指令都被封装成高层消息, UTRAN 透明地在空中接口发送。

RRC 层和底层所有协议实体之间都存在控制接口, RRC 通过这些接口对它们进行配置和传输一些控制命令, 如命令底层进行特定类型的测量。同时底层也通过此接口报告相应的测量结果和状态。

1.3.4 物理信道

所有的物理信道都是通过系统帧、无线帧和时隙来定义的。无线帧以及时隙都可以灵活组合。同一载波不同用户的信号通过码域 (CDMA) 及时域 (TDMA) 来区分。

多个载波可以承载不同的用户或业务。单个载波的物理信道信号格式如图 1-3-4 所示。

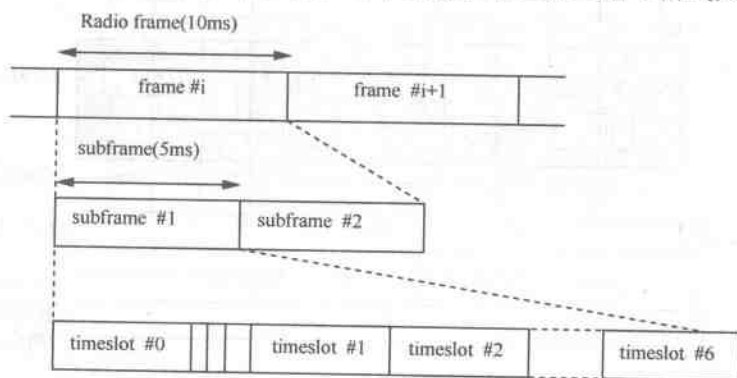


图 1-3-4 信道的信号格式

1. 专用物理信道

TD-SCDMA 中物理信道的基本形式就是突发 (burst), 通常一个突发会在指定的一系列无线帧中的某一个固定时隙发射。突发既可以在所有指定的帧集合里发射, 也可以只在指定帧集合里的子集内发射。一个突发包括数据域、训练序列 (midamble) 和一段保护间隔 (guard period) 三部分, 其时长等于一个时隙。一个发射机可以同时发送一个以上的突发, 这些突发的数据域部分用不同的 OVSF 信道码扩频处理, 但训练序列必须用相同的基本训练序列。OVSF 信道码的扩频因子可以取 1, 2, 4, 8 或 16。上行为了避免过大的峰均比值 (PAR) 采用变扩频因子。下行只采用扩频因子 16 或 1。

因此在 TD-SCDMA 系统中要明确一个物理信道需要说明其频率、时隙、信道码、突发类型以及分配的无线帧。扰码及基本训练序列由小区的广播信道下发。物理信道建立时既可设定时长也可不设定, 承载业务完毕后取消该物理信道分配。物理信道突发结构如图 1-3-5 所示。

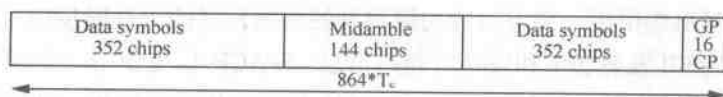


图 1-3-5 突发结构

TD-SCDMA 采用的突发格式每个部分具体内容如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 突发格式的结构

码片号 (CN)	域长度 (chip 数目)	域长度 (符号数目)	区域长度 (μs)	区域内容
0~351	352	参见表 1-3-2	275	数据
352~495	144	9	112.5	Midamble
496~847	352	参见表 1-3-2	275	数据
848~863	16	1	12.5	保护间隔

突发的数据部分由信道码和扰码共同扩频。即将每一个数据符号转换成一些码片，因而增加了信号带宽，一个符号包含的码片数称为扩频因子 (SF)。扩频因子上行可取 1, 2, 4, 8, 16, 下行扩频因子只可取 1 或 16。突发由两个长度分别为 352chips 的数据块、一个长为 144chips 的 midamble 和一个长为 16chips 的保护间隔组成。数据块的总长度为 704chips，所包含的符号数与扩频因子有关，对应关系如表 1-3-2 所示。

表 1-3-2 扩频因子与符号数的关系

扩频因子 (Q)	每个数据块符号数 (N)
1	352
2	176
4	88
8	44
16	22

2. 公共物理信道

(1) 主公共控制物理信道 (Primary-Common Control Physical Channel, P-CCPCH)

下行公共传输信道中的广播信道 (BCH) 映射到主公共控制物理信道上 (P-CCPCH1 及 P-CCPCH2)。在 TD-SCDMA 系统中 P-CCPCH 使用的时隙和扩频信道码是固定的。P-CCPCH 通常使用 TS0 时隙的前两个扩频因子为 16 的信道码 $c_{Q=16}^{(k=1)}$ 和 $c_{Q=16}^{(k=2)}$ 。发射 P-CCPCH 信道的天线方向图总是覆盖整个小区范围。

(2) 副公共控制物理信道 (Secondary-Common Control Physical Channel, S-CCPCH)

下行公共控制信道 PCH 和 FACH 映射到一个或多个副公共控制信道 (S-CCPCH) 上。通过这种方式，系统可以灵活适应不同场景对 PCH 和 FACH 信道的容量需求。S-CCPCH 使用的时隙和码字资源通过 BCH 广播信道在整个小区内下发。S-CCPCH 信道使用固定的扩频因子 (SF=16)。因为 S-CCPCH 信道上可以复用不同的公共传输信道，所以需要使用时隙复用 (TFCI)。通常 S-CCPCH 和 P-CCPCH 信道一起使用 TS0 时隙。S-CCPCH 可以与 P-CCPCH 采用码分复用 (CDM) 的方式同时发送，也可以采用时分复用 (TDM) 的方式发送。

(3) 快速物理接入信道 (Fast Physical Access Channel, FPACH)

FPACH 与前面介绍的公共物理信道不同，是 WCDMA 中所没有的公共控制物理信道。