



李世鹤 编著

# TD-SCDMA

第三代移动通信系统标准



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

5

TD-SCDMA

一 第三代移动通信系统标准

10

15

大唐移动通信设备有限公司

李世鹤主编

2002 年 12 月

# 目录

	序言 .....	7
	第一章 概述 .....	9
	1.1 移动通信发展简述 .....	9
5	1.2 第三代移动通信标准的发展 .....	11
	1.3 TD-SCDMA 标准的形成 .....	17
	1.4 本书预览 .....	19
	第二章 第三代移动通信的网络结构 .....	21
	2.1 IMT-2000 的目标和要求 .....	21
10	2.2 UMTS 的物理结构模型 .....	22
	2.2.1 用户设备域 .....	22
	2.2.2 基本结构域 .....	23
	2.2.3 UMTS 域间通信 .....	24
	2.3 IMT—2000 的功能结构模型 .....	25
15	2.3.1 无线资源 (RRC) 平面包括的功能实体 .....	26
	2.3.2 通信控制 (CC) 平面包括的功能实体 .....	26
	2.3.3 IMT—2000 系统结构 .....	27
	2.4 TD-SCDMA 网络结构 .....	29
	第三章 接入网的基本结构 .....	34
20	3.1 UTRAN 结构及其接口的通用协议模型 .....	34
	3.3 UTRAN 通用协议结构模型 .....	41
	3.4 Iu 接口 .....	42
	3.4.1 Iu-CS 协议结构 .....	44
	3.4.2 Iu-PS 协议结构 .....	46
25	3.4.3 RANAP 协议及用户平面 .....	47
	3.4.4 Iu-BC 及 SABP 协议 .....	48
	3.4.5 Iu 接口的发展——Iu-flex .....	49
	3.5 Iub 接口 .....	51
	3.6 Iur 接口 .....	55
30	3.7 接口 Iupc 和 Iur-g .....	60
	第四章 TD-SCDMA 物理层 .....	65
	4.1 概述 .....	66
	4.2 物理信道及传输信道到物理信道的映射 .....	66
	4.2.1 传输信道 .....	66
35	4.2.2 物理信道 .....	67
	4.2.2.1 TD-SCDMA 系统的帧结构 .....	69
	4.2.2.2 TD-SCDMA 系统的突发 (burst) 结构 .....	71

	4.2.2.3 训练序列 (midamble 码) .....	73
	4.2.2.4 物理信道.....	75
	4.2.2.5 物理信道的信标特性.....	77
	4.2.2.6 物理信道训练序列的分配.....	77
5	4.2.3 传输信道对物理信道的映射关系.....	78
	4.3 信道编码和复用 .....	79
	4.3.1 概述 .....	79
	4.3.2 信道编码和复用.....	81
	4.3.3 不同传输信道到一个 CCTrCH 的复用及一个 CCTrCH 对物理信道的映射	
10	.....	82
	4.3.5 业务复用示例.....	85
	4.4 扩频与调制 .....	89
	4.4.1 数据调制 .....	89
	4.4.2 扩频调制 .....	90
15	4.4.2.1 扩频码 .....	91
	4.4.2.2 扰码 .....	92
	4.4.2.3 扩频调制方法.....	92
	4.4.3 同步码 .....	93
	4.4.3.1 SYNC_DL.....	93
20	4.4.3.2 SYNC_UL.....	93
	4.4.3.3 码分配 .....	94
	4.5 物理层过程 .....	95
	4.5.1 功率控制.....	95
	4.5.1.1 上行控制.....	95
25	4.5.1.2 下行控制.....	96
	4.5.2 上行同步 .....	96
	4.5.3 下行发射分集.....	97
	4.5.4 小区搜索 .....	100
	4.5.5 随机接入过程.....	101
30	4.6 物理层测量 .....	104
	4.6.1 小区选择/重选测量 .....	104
	4.6.2 切换准备测量.....	105
	4.6.3 DCA 测量 .....	105
	4.6.4 时间提前的测量.....	106
35	<b>第五章 无线接口协议</b> .....	108
	5.1 概述 .....	108
	5.2 空中接口结构 .....	108
	5.3 MAC 媒体接入控制协议 .....	110

	5.3.1 MAC 层介绍 .....	110
	5.3.2 信道结构及映射 .....	111
	5.3.3 MAC 层功能描述 .....	112
	5.3.4 MAC 层数据流操作 .....	113
5	5.4 RLC 无线链路控制协议 .....	114
	5.4.1 RLC 层结构及业务 .....	114
	5.4.2 RLC 功能描述 .....	115
	5.4.3 RLC AM 操作过程 .....	117
	5.4.4 RLC TM/UM/AM 模式的性能比较 .....	118
10	5.5 PDCP 分组数据汇聚协议 .....	118
	5.5.1 PDCP 结构 .....	119
	5.5.2 PDCP 功能 .....	119
	5.6 BMC 广播/多播控制协议 .....	121
	5.6.1 BMC 概述及结构 .....	121
15	5.6.2 BMC 功能 .....	121
	5.7 RRC 无线资源控制协议 .....	122
	5.7.1 概述 .....	122
	5.7.2 RRC 结构与功能 .....	123
	5.7.3 RRC 状态 .....	125
20	5.7.4 RRC 过程 .....	127
	5.8 接入网安全 .....	135
	5.8.1 系统安全结构 .....	135
	5.8.2 接入网安全实现 .....	137
	<b>第六章 TD-SCDMA 无线射频特性</b> .....	142
25	6.1 公共指标 .....	142
	6.1.1 工作频段 .....	142
	6.1.2 收发频率间隔 .....	142
	6.1.3 信道分配 .....	142
	6.2 无线基站特性 .....	143
30	6.2.1 发射机特性 .....	143
	6.2.2 接收机特性 .....	153
	6.3 用户终端特性 .....	156
	6.3.1 发射机特性 .....	156
	6.3.2 接收机特性 .....	166
35	<b>第七章 无线资源管理</b> .....	171
	7.1 无线资源管理的基本概念 .....	171
	7.1.1 RRM 模块的组成 .....	171
	7.1.2 主要功能模块在系统中的位置 .....	172

	7.1.3 TD-SCDMA 系统 RRM 的特点 .....	172
	7.2 动态信道分配 (DCA) .....	172
	7.2.1 DCA 概述 .....	172
	7.2.2 慢速 DCA .....	173
5	7.2.3 快速 DCA .....	173
	7.2.4 几种 DCA 算法介绍 .....	174
	7.3 越区切换原理 .....	174
	7.3.1 概述 .....	174
	7.3.1.1 TD-SCDMA 系统中切换的功能描述 .....	175
10	7.3.1.2 TD-SCDMA 系统中的切换算法分析 .....	175
	7.3.1.3 TD-SCDMA 系统切换的测量过程 .....	177
	7.3.2 接力切换原理 .....	177
	7.3.2.1 概述 .....	177
	7.3.2.2 接力切换的技术基础 .....	177
15	7.3.2.3 接力切换过程描述 .....	178
	7.3.2.4 接力切换特点 .....	179
	7.3.3 TD-SCDMA 系统间切换 .....	179
	7.4 智能天线对 RRM 的影响 .....	180
	7.4.1 使用智能天线所带来的主要特点 .....	180
20	7.4.2 智能天线对于 DCA 的影响 .....	180
	7.4.3 智能天线对功率控制的影响 .....	181
	7.4.4 智能天线对分组调度的影响 .....	182
	7.4.5 智能天线对切换控制的影响 .....	182
	<b>第八章 高速下行分组接入 (HSDPA) .....</b>	<b>184</b>
25	8.1 物理层技术 .....	184
	8.1.1 AMC .....	184
	8.1.2 HARQ .....	185
	8.1.3 信道结构 .....	186
	1) HS-DSCH 信道 .....	186
30	2) HS-SCCH .....	188
	3) HS-SICH .....	188
	4) HSDPA 中的信令参数 .....	189
	8.2 MAC 层技术 .....	189
	8.2.1 HSDPA MAC 结构 .....	190
35	8.2.2 HARQ 协议 .....	191
	8.3 其他影响 .....	192
	<b>第九章 3G 核心网络及 TD-SCDMA 灵活的组网方式 .....</b>	<b>195</b>
	9.2 3G 核心网的主要功能实体和接口 .....	196

	9.3 TD-SCDMA 核心网功能.....	202
	9. 3. 1 功能平台简介.....	202
	9. 3. 2 传输协议简介.....	203
	9. 3. 3 智能网.....	204
5	9. 3. 4 3G 网络的 QoS.....	204
	9.4 TD-SCDMA 灵活的组网方式.....	209
	9. 4. 1 网络共享的必要性.....	209
	参考文献.....	213
	英文缩写对照 .....	214

10

15

20

25

30

# 序言

自从八十年代以来，移动通信在全球范围内得到了迅速地发展。即使在近几年网络泡沫比较严重的时期，移动通信仍然是各个行业中的亮点。移动通信已经经历过第一代和第二代时期。目前正在全世界进行营运的主要是第二代移动通信的 GSM 系统和窄带 CDMA 系统。现在全球移动通信用户数已经达到 11.3 亿，今年的增长速度为 19.5%，新增用户约 1.84 亿。

当前移动通信进入一个新的发展时期，这就是人们普遍关注的第三代移动通信。早在 1985 年，国际电联（ITU）就提出了第三代移动通信（3G）的概念，许多国家和地区的著名电信设备制造商先后提出了十多种空中接口建议。经过充分协商和融合，最后形成了三大主流标准，即欧洲提出的 WCDMA、美国提出的 CDMA2000 和中国提出的 TD-SCDMA。

在建设和发展第一代和第二代移动通信时，由于我国在技术方面处于被动地位而错失良好时机。大多数厂家主要依靠组装国外产品来支持市场。中国作为一个移动通信市场大国和经济快速崛起的国家，不希望也不能永远处于技术跟踪和模仿的位置，必须抓住第三代移动通信发展的有利时机，提出自己的国际标准。

1998 年 6 月 30 日，是国际电联（ITU）向全球征集第三代移动通信标准的最后一天，由大唐电信（电信科学技术研究院）代表中国提出的第三代移动通信标准 TD-SCDMA，经国家主管部门批准，提交国际电联。该标准的产生包括了电信运营商、设备制造商、科研单位、高等院校及相关单位的辛勤劳动，凝聚着我国移动通信专家的智慧 and 创造。也是近几十年来，尤其是改革开放以来我国电信技术积累的结果。

2000 年 5 月，在土耳其伊斯坦布尔召开的国际电联大会上，TD-SCDMA 终于被国际电联接纳并成为 3G 三大主流标准之一。2001 年 3 月 16 日，在美国加利福尼亚州举行的 3GPP TSG RAN 第 11 次全会上，将 TD-SCDMA 列为 3G 标准之一，包含在 3GPP 版本 4(Relase 4)中。表明该标准已经被世界上许多运营商和设备厂家所接受。这是我国百年通信史上的第一次，是电信界的一大壮举，标志着我国在移动通信技术领域已经进入世界先进水平。

由于 TD-SCDMA 采用了同步 CDMA、智能天线、软件无线电、低码片速率、接力切换和联合检测等一系列高新技术，因此才能经受得起来自国际电联及其各个成员的严格考验。TD-SCDMA 为我国通信产业在第三代移动通信大潮中的群体腾飞创造了宝贵的机遇。通信市场之争关键在于技术标准之争，在第一代和第二代移动通信发展过程中，由于我国不掌握核心技术，不得不使用别人的专利，付出了上百亿美元的依附于移动通信标准的专利费和知识产权费。未来中国的第三代移动通信大约有 1 万亿元的市场，由于我们有了自己的 TD-SCDMA 标准及核心技术，可能使我们在使用自己的标准时处于和国际上发达国家平起平坐的地位，制造商和运营商均取得更为明显的经济利益，最终用户也可能大大降低通信费用支出。同时，国际标准之争不仅是技术之争，而且也是经济实力的竞争。TD-SCDMA 能成为 3G 国际标准，说明我国在改革开放 20 年来，经济实力已明显增强，具有了参与核心技术竞争的的实力。由此可以更促进我们通过技术创新，更多地参与那些能带动整体产业发展的核心技术和具有战略意义



的核心技术的竞争，把我国建设成一个强大的国家。

目前，关于介绍 WCDMA 和 CDMA2000 两个 3G 标准的技术资料已大量出版。为了使广大读者能够进一步了解拥有我国自主知识产权的 TD-SCDMA 标准，大唐移动通信设备有限公司撰写了本书。期望能够进一步促进和加深大家对 TD-SCDMA 标准的认识 and 了解。因为 3G 标准及其技术的发展和完善是一个长期的过程，今后还要不断地修改和补充。同时由于我们水平有限，本书的出版仅仅起到抛砖引玉的作用。希望能够引起业内专家和同仁的重视，大家共同努力，促进 TD-SCDMA 标准的不断发展和完善，并带动我国移动通信产业进入新的时代而共同努力。

李世鹤谨启  
2002 年于北京

# 第一章 概述

## 1.1 移动通信发展简述

在通信发展历史上，移动通信的发展速度非常迅猛，特别是近 20 年来，移动通信系统的发展及更新换代真是让人眼花缭乱。因为，只有移动通信才能满足人们日益增长的随时随地进行信息交流的需求。移动通信的最终目标是实现任何人可以在任何地点、任何时间与其它任何人进行任何方式的通信。

当前，第三代移动通信系统在全世界引起广泛的关注。本书所介绍的 TD-SCDMA 第三代移动通信系统，是我国提出的并得到 ITU 批准的三大主流标准之一。在介绍 TD-SCDMA 系统之前，先让我们来简单回顾一下蜂窝移动通信系统的发展历程。

无线通信的概念最早的出现是在 20 世纪 40 年代，无线电台在第二次世界大战中的广泛应用开创了移动通信的第一步。到 70 年代，美国贝尔实验室最早提出蜂窝的概念，解决了频率复用的问题，80 年代大规模集成电路技术及计算机技术突飞猛进的发展，长期困扰移动通信的终端小型化的问题得到了初步解决，给移动通信的发展打下了基础。于是，美国为了满足用户增长的需求，提出了建立在小区制的第一个蜂窝通信系统——AMPS (Advance Mobile Phone Service) 系统。这也是世界上第一个现代意义的，可能商用的，能够满足随时随地通信的大容量移动通信系统。它主要建立在频率复用的技术上，较好地解决了频谱资源受限的问题，并拥有更大的容量和更好的话音质量。这在移动通信发展历史上具有里程碑的意义。AMPS 系统在北美商业上获得的巨大成功，有力地刺激了全世界蜂窝移动通信的研究和发展。随后，欧洲各国和日本都开发了自己的蜂窝移动通信网络，具有代表性的有欧洲的 TACS (Total Access Communication System) 系统、北欧的 NMT (Nordic Mobile Telephone System) 系统和日本的 NTT (Nippon Telegraph and Telephone) 系统等。这些系统都是基于频分多址 (FDMA) 的模拟制式的系统，我们统称其为第一代蜂窝移动通信系统。

第一代模拟系统主要建立在频分多址接入和蜂窝频率复用的理论上，在商业上取得了巨大的成功，但随着技术和时间的发展，问题也逐渐暴露出来：所支持的业务（主要是话音）单一、频谱效率太低、保密性差等。特别是在欧洲，一个国家有一个自己的标准和体制，无法解决跨国家的漫游问题。模拟移动通信系统经过 10 余年的发展后，终于在 20 世纪 90 年代初逐步被更先进的数字蜂窝移动通信系统所代替。

推动第二代移动通信发展的主要动力是欧洲，欧洲国家比较小，要解决标准和制式的统一才可能解决跨国家漫游。故从 80 年代处就开始研究数字蜂窝移动通信系统，一般称其为第二

代移动通信系统。它是随着超大规模集成电路和计算机技术的飞速发展，语音数字处理技术的成熟而发展起来的。在 80 年代欧洲各国提出了多种方案，并在 80 年代中、后期进行了这些方案的现场实验比较，最后集中为时分多址（TDMA）的数字移动通信系统，即 GSM（Global System for Mobile Communications）系统。由于其技术上的先进性和优越的性能已经成为目前世界上最大的蜂窝移动通信网络。

GSM 标准化的工作主要由欧洲电信标准委员会（ETSI）下属的特别移动组（SMG）完成。主要分为第一阶段和第 2+阶段。1990 年，第一阶段规范冻结。1992 年，商用开始，同年第 2+阶段标准化工作开始。GSM 空中接口的基本原则包括：每载波 8 个时隙，200KHz/ 载波带宽，慢跳频。

和第一阶段比较，GSM 第 2+阶段的主要特性包括：

- \* 增强的全速率语音编码器（EFR）；
- \* 适应多速率编解码器（AMR）；
- \* 14.4Kbit/s 数据业务；
- \* 高速率电路交换数据（HSCSD）；
- \* 通用分组无线业务（GPRS）；
- \* 增强数据速率（EDGE）。

与欧洲相比较，美国在第二代数字蜂窝移动系统方面的起步要迟一些。1988 年，美国制定了基于 TDMA 技术的 IS-54/IS-136 标准，IS-136 是一种模拟/数字双模标准，可以兼容 AMPS。更值得一提的是美国 Qualcomm 公司在 90 年代初提出的 CDMA 技术，并在 1993 年由 TIA 完成标准化成为 IS-95 标准。这也是 3G 标准中 CDMA2000 技术的雏形。

IS-95 引入了直接序列扩谱 CDMA 空中接口的概念。由于 AMPS 已有的广大市场，IS-95 也必须使用相同频段，故在码片速率及射频特性等方面必须兼容 AMPS 的模拟制式。CDMA 技术有其固有的很多优点，如比 FDMA 及 TDMA 系统高得多的容量（频谱效率）、良好的话音质量及保密性等等，使其在移动通信领域备受瞩目。IS-95 技术也在北美和韩国等地得到了大规模商用。但是，由于起步较晚及在网络和高层信令方面考虑不足，市场份额还是远低于已经非常成熟的 GSM 网络。

目前使用的第二代数字移动通信系统可以提供话音及低速数据业务，能够基本满足人们信息交流的需要。移动通信的发展速度超过人们的预料，1999 年，移动通信产品在通信设备市场中所占的份额已超过 50%。目前，该比例还在逐渐增加。特别是中国的发展速度，手机用户连续十年以超高速增长，截止到 2002 年底，中国的手机用户已经超过两亿，并且仍然以较高的速度发展。图 1.1 给出了近几年中国移动用户增长的情况。

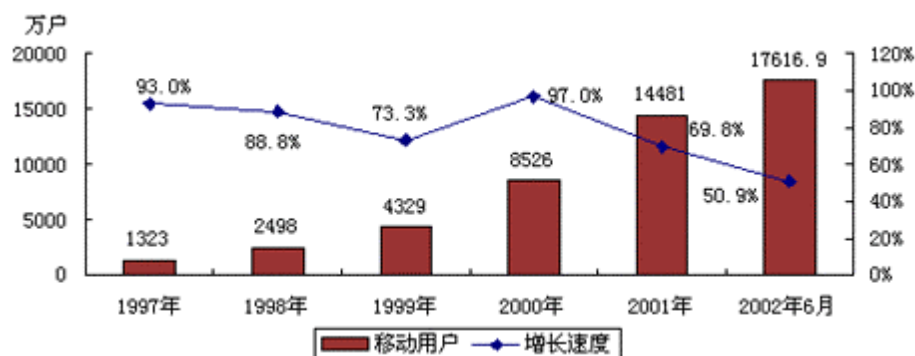


图 1.1 中国移动用户增长示意图

手持机的迅速普及将驱动通信向个人化方向发展,互联网用户数以翻番的速度膨胀又带来了移动数据通信的发展机遇。特别是移动多媒体和高速数据业务的迅速发展,迫切需要设计和建设一种新的网络以提供更宽的工作频带、支持更加灵活的多种类业务（高速率数据、多媒体及对称或非对称业务等），并使移动终端能够在不同的网络间进行漫游。由于市场的驱动促使第三代移动通信系统（3G）的概念应运而生。

第三代移动通信系统由卫星移动通信网和地面移动通信网所组成,将形成一个对全球无缝覆盖的立体通信网络,满足城市和偏远地区各种用户密度,支持高速移动环境,提供持话音、数据和多媒体等多种业务（最高速率可达 2Mbps）的先进移动通信网,基本实现个人通信的要求。

## 1.2 第三代移动通信标准的发展

### 1.2.1 第三代移动通信的应用

人们孜孜不倦地对新技术进行开发,其主要目的是为了市场更高的应用需求。当前对高比特率的数据业务和多媒体的应用需求已经提到了议事日程,这也是推动第三代移动通信系统发展的主要动力。第二代移动通信系统主要支持话音业务,仅能提供最简单的低速率数据业务,速率为 9.6Kbit/s—14.4Kbit/s。改进后的第二代系统能够支持几十 K 到上百 K 的数据业务。而 3G 从技术上能够最大支持 2Mbits/s 的速率,并且还在不断的发展中,将来将能够支持更高的数据速率。这也为 3G 广阔应用的应用前景提供了良好的技术保障。图 1-2 给出了从 2G 到 3G 系统所支持业务速率的比较。

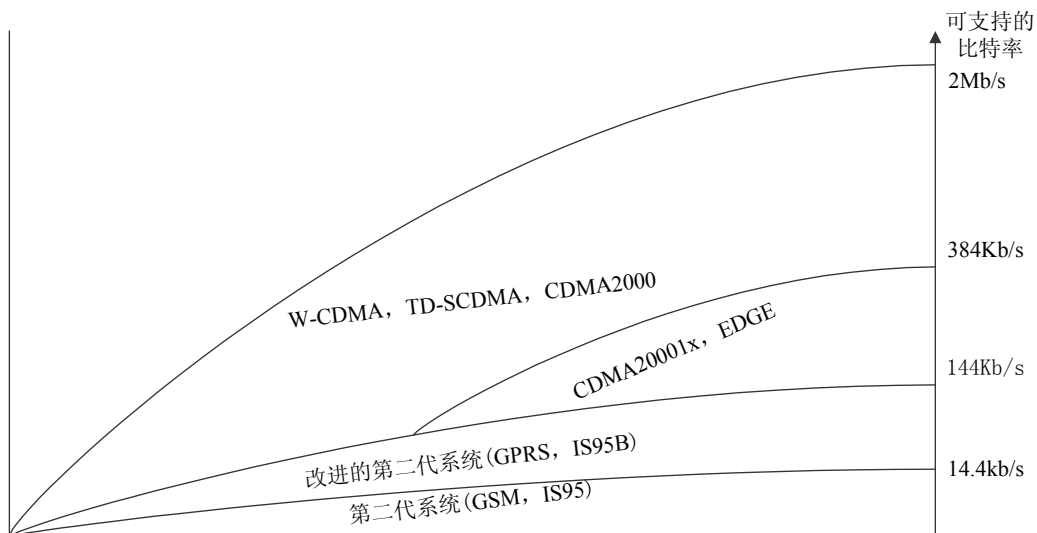


图 1.2 2G 与 3G 支持的业务速率

一种技术能够很好地满足市场需求, 并具有良好的质量保证, 才会体现出技术的意义。3G 系统被设计为能够很好地支持大量的不同业务, 并且能够方便地引入新的业务。各种不同的业务分别具有不同的业务特性, 并且需要不同的带宽来承载。从话音到动态视频, 所需的带宽差别很大, 从图 1.3 中可以看出 3G 所支持的从窄带到宽带的不同业务的带宽范围。

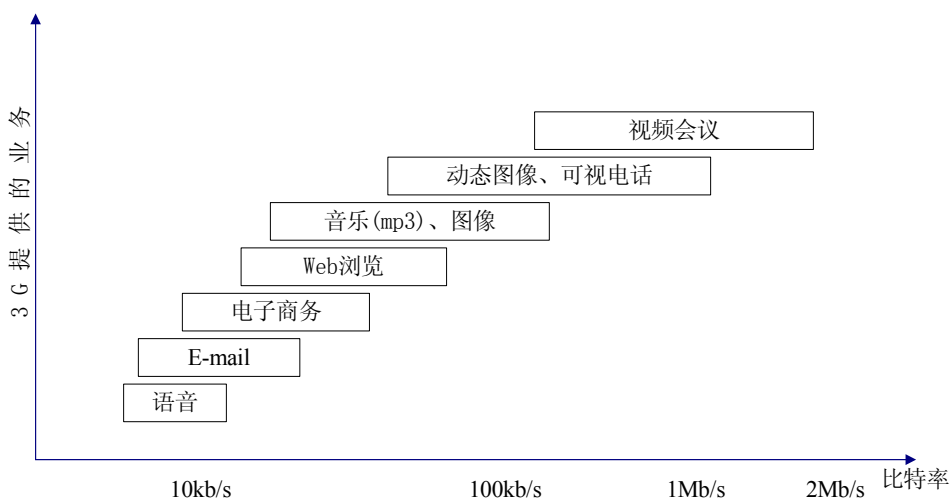


图 1.3 3G 能够提供的业务及所需带宽

另外, 对于不同的通信业务其性能要求也是不同的, 如语音, 视频需要具有较好的实时性和连续性, 但对数据并不要求太高的可靠性。而电子邮件、网上下载等则对时延并不是非常敏感, 但要有高的数据可靠性。也就是说, 对不同业务的实时性和服务质量的要求差别很大。另外, 大量业务还需要上下行不对称的服务, 如浏览网页、下载音乐等。所有这些 3G 系统都能够很好地予以满足。

1.2.2 第三代移动通信的标准化过程

早在 1985 年国际电信联盟就提出了第三代移动通信（3G）的概念，同时建立了专门的组织机构 TG8/1 进行研究，当时称为未来陆地移动通信系统（FPLMTS）。这时第二代移动通信 GSM 的技术还没有成熟，CDMA 技术尚未出现。在 TG8/1 的前十年，进展比较缓慢。1992 年，世界无线电行政大会（WARC）分配了 230MHz 的频率给 FPLMTS：1885-2025MHz 和 2110-2200MHz。此时，FPLMTS 的研究工作主要由 ITU 完成，其中 ITU-T 负责网络方面的标准化工作，ITU-R 负责无线接口方面的标准化工作。

关于 FPLMTS 的研究工作在 1996 年后取得了迅速的进展，首先 ITU 于 1996 年确定了正式名称：IMT-2000（国际移动通信—2000），其含义为该系统预期在 2000 年左右投入使用，工作于 2000MHz 频带，最高传输数据速率为 2000kbps。IMT—2000 的技术选取中最关键的是无线传输技术（RTT）。无线传输技术（RTT）主要包括多址技术、调制解调技术、信道编解码与交织、双工技术、信道结构和复用、帧结构、RF 信道参数等。ITU 于 1997 年制定了 M.1225<sup>[1]</sup> 建议，对 IMT-2000 无线传输技术 提出了最低要求，并面向世界范围征求 RTT 建议。

ITU 要求 IMT-2000 RTT 必须满足以下三种环境的要求。即：

- \* 快速移动环境，最高速率达 144kbit/s；
- \* 室外到室内或步行环境，最高速率达 384kbit/s；
- \* 室内环境，最高速率达 2Mbit/s；

另外，ITU 所定义的 IMT-2000 系统需要具有以下特性：

1. 全球化：IMT-2000 是一个全球性的系统，各个地区多种系统组成了一个 IMT-2000 家族，各个系统间设计上具有高度的互通性，使用共同的频段，全球统一标准，能提供全球无缝漫游。
2. 综合化：能够提供多种业务，特别能够支持多媒体业务和 Internet 业务，并有能力容纳新类型的业务。
3. 个人化：全球唯一的个人号码，足够的系统容量，高保密性，高服务质量。

为了能够在未来的全球化标准的竞赛中取得领先，各个地区、国家、公司及标准化组织纷纷提出了自己的技术标准，到截止日期 1998 年 6 月 30 日，ITU 共收到 16 项建议，针对地面移动通信的就有 10 项之多。其中包括我国电信科技研究院（CATT）代表中国政府提出的 TD-SCDMA 技术。表 1.1 列出了所有十项 IMT-2000 地面无线传输技术提案。

表 1.1 10 种 IMT-2000 地面无线传输技术（RTT）提案

技术名称	提交组织	双工方式	适用环境
J:W-CDMA	日本 ARIB	FDD、TDD	所有环境
UTRA-UMTS	欧洲 ETSI	FDD、TDD	所有环境
WIMS W-CDMA	美国 TTA	FDD	所有环境
WCDMA/NA	美国 T1P1	FDD	所有环境

Global CDMA II	韩国 TTA	FDD	所有环境
TD-SCDMA	中国 CWTS	TDD	所有环境
CDMA2000	美国 TTA	FDD、TDD	所有环境
Global CDMA I	韩国 TTA	FDD	所有环境
UWC-136	美国 TIA	FDD	所有环境
EP-DECT	欧洲 ETSI	TDD	室内、室外到室内

欧洲提出 5 种 UMTS/IMT-2000 RTT 方案，其中比较有影响的是以下两种：WCDMA 和 TD-CDMA。前者主要由 Ericsson、Nokia 公司提出，后者主要由 Siemens 公司提出。ETSI 将 W-CDMA 和 TD-CDMA 融合为一种方案：统称为 UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access)，这 5 种方案考虑是以 W-CDMA 作为主流，同时吸收 TD-CDMA 技术的优点作为其补充。

美国负责 IMT-2000 研究的组织是 ANSI 下的 T1P1 组、TIA 和 EIA。美国提出的 IMT-2000 方案是 cdma2000，主要由 Qualcomm、Lucent、Motorola、和 Nortel 一起提出。美国还提出了另外一些类 W-CDMA 标准和时分多址标准 UWC-136。

日本的 ARIB 在第三代系统的标准研究制订方面也走在世界前列。先后制订出 6 种 RTT 10 方案，经过层层筛选和合并，形成了以 NTT DoCoMo 公司为主提出的 W-CDMA 方案。日本的 W-CDMA 方案和欧洲提出的 W-CDMA 极为相似，与其融合。

这 10 种提案中以欧洲的 W-CDMA 技术和美国的 CDMA2000 技术最为看好，同时，中国的 TD-SCDMA 技术由于其本身的技术先进性并得到中国政府、运营商和产业界的支持，也很受瞩目。

15 通过一年半时间的评估和融合，1999 年 11 月 5 日 ITU 在赫尔辛基举行的 TG 8/1 第 18 次会议上，通过了输出文件 ITU-R M.1457<sup>[2]</sup>，确认了如下 5 种第三代移动通信 RTT 技术：

两种 TDMA 技术：

- \* SC-TDMA (UMC-136);
- \* MC-TDMA (EP-DECT);

20 三种 CDMA 技术：

- \* MC-CDMA (CDMA2000 MC);
- \* DS-CDMA (包括 UTRA/WCDMA 和 CDMA2000/DS);
- \* TDD CDMA (包括 TD-SCDMA 和 UTRA TDD);

25 表 1.2 ITU 确认的 5 种 第三代移动通信 RTT

CDMA			TDMA	
MC	DS	TDD	SC	MC
CDMA	CDMA	CDMA	TDMA	TDMA

其中主流技术是上述三种 CDMA 技术。

ITU-R M.1457 的通过标志着第三代移动通信标准的基本定型。我国提出的 TD-SCDMA (Time Division Duplex—Synchronous Code Division Multiple Access) 建议标准与欧洲、日本提出的 W-CDMA 和美国提出的 cdma2000 标准一起列入该建议, 成为世界三大主流标准之一。

### 5 1.2.3 三大主流标准的技术比较

WCDMA 最初主要有 Ericsson、Nokia 公司为代表的欧洲通信厂商提出。这些公司都在第二代移动通信技术和市场占尽了先机, 并希望能够在第三代依然保持世界领先的地位。日本由于在第二代移动通信时代没有采用全球主流的技术标准, 而是自己独立制订开发, 很大程度上制约了日本的设备厂商在世界范围内的作为, 所以日本希望借第三代的契机, 能够进入国际市场。以 NTT DoCoMo 为主的各个公司提出的技术与欧洲的 WCDMA 比较相似, 二者相融合, 成为现在的 WCDMA 系统。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等技术特点。

CDMA2000 是在 IS-95 系统的基础上由 Qualcomm、Lucent、Motorola 和 Nortel 等公司一起提出的, CDMA2000 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。并在无线接口进行了增强, 如:

(1) 提供反向导频信道, 使反向相干解调成为可能。在 IS-95 系统中, 反向链路没有导频信道, 这使得基站接收机中的同步和信道估计比较困难;

(2) 前向链路可采用发射分集方式, 提高了信道的抗衰落能力;

(3) 增加了前向快速功控, 提高了前向信道的容量。在 IS-95 系统中, 前向链路只支持慢速功控;

(4) 业务信道可采用比卷积码更高效的 Turbo 码, 使容量进一步提高;

(5) 引入了快速寻呼信道, 减少了移动台功耗, 提高了移动台的待机时间。

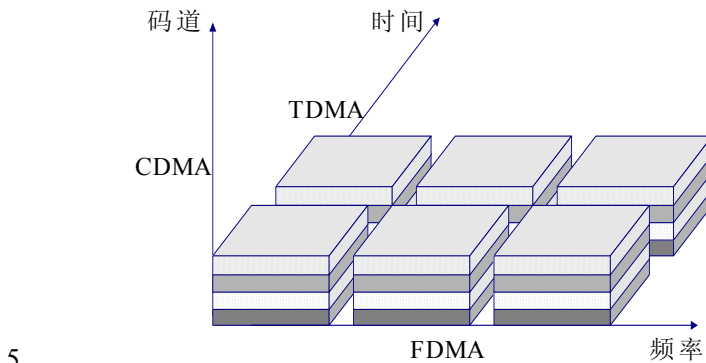
WCDMA 和 CDMA2000 都是采用 FDD 模式的技术, 而 TDD 技术由于本身固有的特点突破了 FDD 技术的很多限制, 如: 上下行工作于同一频段, 不需要大段的连续对称频段, 在频率资源日紧张的今天, 这一点尤显重要; 这样, 基站端的发射机可以根据在上行链路获得的信号来估计下行链路的多径信道的特性, 便于使用智能天线等先进技术; 同时能够简单方便地适应于 3G 传输上下行非对称数据业务的需要, 提高系统频谱利用率; 这些优势都是 FDD 系统难以实现的。因此, 随着技术的发展, 国际上对使用 TDD 的 CDMA 技术日益关注。

TD-SCDMA 也就是在这种环境下诞生的, 它综合 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(这些在后面的章节中陆续将有阐述), 使得 TD-SCDMA 具有相当高的技术先进性, 并且在三个标准中具有最高的频谱效率。随着对大范围覆盖和高速移动等问题的逐步解决, TD-SCDMA 将成为可以用最经济的成本获得令人满意的 3G 解决方案。

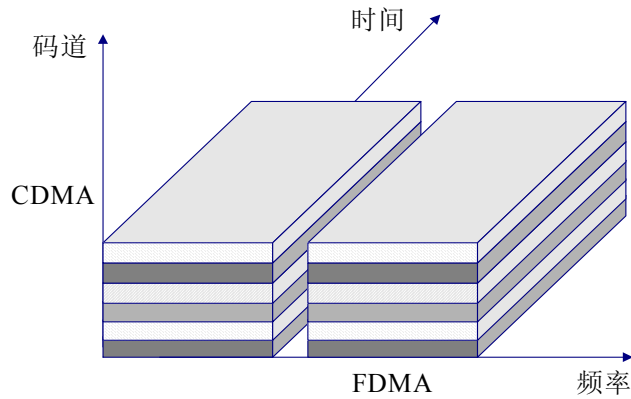
图 1-4 (A)、(B) 分别表示 TD-SCDMA 和 WCDMA 的多址方式结构。可以看出, TD-SCDMA 方式采用了 TDMA 技术, 有利于传输非对称数据业务。表 1-3 对 WCDMA、



TD-SCDMA 和 CDMA2000 三种主流标准的主要技术性能进行了比较。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、频谱利用率和抗干扰能力方面具有突出的优势。



(A) TD—SCDMA 多址方式结构示意图



(B) WCDMA 多址方式结构示意图

10 图 1-4 WCDMA 和 TD-SCDMA 多址方式比较

表 1-3 三种主流 3G 标准主要技术性能的比较

	WCDMA	TD-SCDMA	CDMA2000
载波间隔	5MHz	1.6MHz	1.25MHz
码片速率	3.84Mcps	1.28Mcps	1.2288Mcps

帧长	10ms	10ms（分为两个子帧）	20ms
基站同步	不需要	需要	需要典型方法是 GPS
功率控制	快速功控： 上、下行 1500Hz	0-200Hz	反向：800Hz 前向：慢速、快速功控
下行发射分集	支持	支持	支持
频率间切换	支持，可用压缩 模式进行测量	支持，可用空闲时 隙进行测量	支持
检测方式	相干解调	联合检测	相干解调
信道估计	公共导频	DwPCH，UpPCH， Midamble	前向、反向导频
编码方式	卷积码 Turbo 码	卷积码 Turbo 码	卷积码 Turbo 码

### 1.3 TD-SCDMA 标准的形成

现代电信技术的发展，尤其是近十多年来移动通信技术的发展过程告诉我们，标准是现代技术发展的核心。谁拥有了标准，掌握了大量的专利权，谁就赢得了主动权，占领了高科技的制高点。由于种种原因，我国在移动通信技术方面，错过了第一代移动通信发展的机遇，而在第二代时期仅仅赶上了个“末班车”，为外国产品进行散件组装。从而使我国 80%以上的市场被外企所占有。实践证明，市场之争归根到底是技术之争、标准之争。

从 ITU 向全世界征求 IMT-2000 RTT 方案开始，我国开始意识到对第三代移动通信技术标准研究的重要性，积极参与 3G 标准的研究和制订。

TD-SCDMA 第三代移动通信标准是信息产业部电信科学技术研究院（现大唐移动通信设备有限公司）在国家主管部门的支持下，根据多年的研究而提出的具有一定特色的 3G 通信标准。是中国百年通信史上第一个具有完全自主知识产权的国际通信标准，在我国通信发展史上具有里程碑的意义并将产生深远影响，是整个中国通信业的重大突破。TD-SCDMA 的提出同时得到中国移动、中国电信、中国联通等公司的大力支持和帮助。该标准文件在我国无线通信标准组（CWTS）最终修改完成后，经原邮电部批准，于 1998 年 6 月代表我国提交到 ITU（国际电信联盟）和相关国际标准组织。

TD-SCDMA 系统全面满足 IMT-2000 的基本要求。采用不需配对频率的 TDD（时分双工）工作方式，以及 FDMA/TDMA/CDMA 相结合的多址接入方式。同时使用 1.28Mcps 的低码片速率，扩频带宽为 1.6MHz。

TD-SCDMA 系统还采用了智能天线、联合检测、同步 CDMA、接力切换及自适应功率控制等诸多先进技术，与其它 3G 系统相比具有较为明显的优势，主要体现在：

(1)频谱灵活性和支持蜂窝网的能力

TD-SCDMA 采用 TDD 方式，仅需要 1.6MHz（单载波）的最小带宽。因此频率安排灵活，不需要成对的频率，可以使用任何零碎的频段，能较好地解决当前频率资源紧张的矛盾；若带宽为 5MHz 则支持 3 个载波，在一个地区可组成蜂窝网，支持移动业务。

(2)高频谱利用率

TD-SCDMA 频谱利用率高，抗干扰能力强，系统容量大，适用于人口密集的大、中城市传输对称与非对称业务。尤其适合于移动 Internet 业务（它将是第三代移动通信的主要业务）；

(3)适用于多种使用环境

TD-CDMA 系统全面满足 ITU 的要求，适用于多种环境。

(4)设备成本低

设备成本低，系统性能价格比高。具有我国自主的知识产权，在网络规划、系统设计、工程建设以及为国内运营商提供长期技术支持和技术服务等方面带来方便，可大大节省系统建设投资和运营成本。

TD-SCDMA 标准公开之后，在国际上引起强烈的反响，得到西门子等许多著名公司的重视和支持。1999 年 11 月在芬兰赫尔辛基召开的国际电信联盟会议上，TD-SCDMA 被列入 ITU 建议 ITU-R M.1457，成为 ITU 认可的第三代移动通信 RTT 主流技术之一。2000 年 5 月世界无线电行政大会正式接纳 TD-SCDMA 为第三代移动通信国际标准。从而使 TD-SCDMA 与欧洲、日本提出的 WCDMA、美国提出的 cdma2000 并列为三大主流标准之一。这是百年来中国电信史上的重大突破，标志着我国在移动通信技术方面进入世界先进行列。图 1.5 表示了 TD-SCDMA 标准的发展历程。

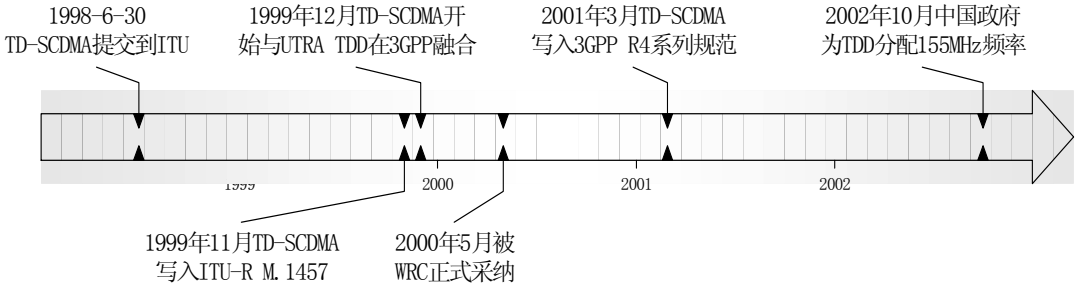


图 1.5 TD-SCDMA 标准发展历程

虽然 ITU 在第三代移动通信标准的发展过程中起着积极的推动作用，但是 ITU 的建议并不是完整的规范，上述标准的技术细节则主要由两个国际标准组织：3GPP 和 3GPP2 再根据 ITU 建议进一步来完成的。其中，以欧洲为主体的 3GPP 主要制定基于 GSM MAP 核心网的第三代移动通信系统标准，其无线接入网标准则基于 DS-CDMA（即 WCDMA FDD 模式）和 CDMA TDD（UTRA TDD 和 TD-SCDMA）；而以美国为主体的 3GPP2 制订基于美国 IS-41 核心网的第三代移动通信标准，其无线接入网标准基于 MC-CDMA（即 CDMA2000，FDD 模式）。

中国无线通信标准组（CWTS）是国际电联承认的标准化组织，也是上述两个国际组织的成

员。TD-SCDMA 为国际电联正式接纳后, 1999 年 12 月在 3GPP RAN 会议上确定了 TD-SCDMA 与 UTRA TDD 标准融合的原则, 经过一年的工作, 2001 年 3 月 16 日, 在美国加利福尼亚州举行的 3GPP TSG RAN 第 11 次全会上, 将 TD-SCDMA 列为 3G 标准之一, 包含在 3GPP 版本 4(Relase 4) 中。这是 TD-SCDMA 已经成为全球 3G 标准的一个重要里程碑, 表明该标准已经被世界众多的移动通信运营商和生产厂家所接受。这也是 TD-SCDMA 的完全可商用版本的标准, 在这之后, TD-SCDMA 标准进入了稳定并进行相应改进和发展阶段。

## 1.4 本书预览

第二章主要从物理模型和功能模型方面介绍了 3G 系统的网络结构,

第三章介绍了 TD-SCDMA 接入网部分 (UTRAN) 的组成结构, 接入网内的主要接口和协议模型。

第四章详细阐述了 TD-SCDMA 的物理层结构, 包括 TD-SCDMA 的信道结构, 编码复用技术, 扩频调制及相关的物理层的过程和测量。TD-SCDMA 与 WCDMA 及 CDMA2000 的主要区别就在于物理层及其相关的关键技术。

第五章主要探讨了 TD-SCDMA 空中接口的二三层结构, 包括 MAC, RLC, PDCP, BMC 和 RRC 层。并简单讨论了接入网的安全结构。TD-SCDMA 无线传输接口是空中接口, 这个接口是 TD-SCDMA 特性最显著体现的部分。

第六章介绍了 TD-SCDMA 的射频特性, 包括基站的射频特性和终端的射频特性。

第七章对无线资源管理作了一些研究, 其中包括越区切换、动态信道分配和智能天线的影响等。无线资源管理也是 TD-SCDMA 技术的重要组成部分, 其算法的好坏直接影响系统的整体性能。

第八章介绍了 TD-SCDMA 如何使用 HSDPA (高速下行分组接入) 更好地支持未来的高速数据业务。HSDPA 技术在 3GPP 的提出是 3G 标准的一种发展趋势, 能够促进 TD-SCDMA 在不断发展过程中支持的更高的数据速率。

最后, 在本书的第九章概括介绍了 3G 的核心网结构及其主要实体和接口。并对网络的演进、组网、网络共享及 TD-SCDMA 灵活的组网方式等有关问题进行了探讨。

参考文献:

[1] 3GPP Technical Specification 25.4xx 系列规范。  
[2] 3GPP Technical Specification 25.305 Stage 2 functional specification of UE positioning in  
UTRAN  
5 [3] 3GPP Technical Specification 23.271 Functional stage 2 description of location services  
[4] 3GPP Technical Specification 25.875 Intra Domain Connection of RAN Nodes to Multiple  
CN Nodes  
[5] 3GPP Technical Specification 25.883 direct transport bearers between SRNC and Node-B  
[6] 3GPP Technical Specification 32.xxx 系列规范  
10 [7] 3GPP Technical Specification 23.xxx 系列规范

15

20

25

30

## 第二章 第三代移动通信的网络结构

由于人们对高速数据业务和多媒体业务的需求及第二代移动通信系统所固有的局限性，促使了第三代移动通信的出现。同时，鉴于全世界第二代移动通信体制和标准不尽相同，以及第二代与第三代将在今后较长的时间内共存，ITU 提出了“IMT—2000 家族”的概念。这意味着只要该系统在网络和业务能力上满足要求，都可以成为 IM—2000 成员。

### 2. 1 IMT-2000 的目标和要求

ITU 明确提出了 3G 系统的主要目标，即实现 IT 网络全球化、业务综合化和通信个人化。具体包括：

1. 全球漫游。用户能够以低成本的多模式终端在整个系统和全球漫游。
2. 适应于多种环境。IMT—2000 应该适应于多层小区结构，如微微小区、微小区、宏小区等，同时将地面移动通信系统和卫星移动通信系统结合在一起。
3. 提供多种业务，如高质量话音、可变速率的的数据、高分变率的图象和多媒体业务等。
4. 具有较高的频谱利用率和较大的系统容量。为此，系统需要拥有强大的多种用户管理能力、高保密性性能和服务质量。
5. 在全球范围内，系统设计必须保持高度一致。在 IMT—2000 家族内部，以及 IMT—2000 与固定通信网络之间的业务要相互兼容。
6. 具有较好的经济性能。即网络投资费用，包括网络建设费、系统设备费和用户终端费要尽可能地低。并且终端设备应体积小、耗电省，满足通信个人化的要求。

为了实现上述目标，对 IMT—2000 的无线传输技术提出了以下要求：

- (1) 为支持高速率数据和多媒体业务，在各种条件下所应支持的业务速率：
  - \* 室内环境至少 2Mbps;
  - \* 室外步行环境至少 384Kbps;
  - \* 室外车载运动中至少 144Kbps。
- (2) 传输速率能够按需分配;
- (3) 上、下行链路适应于传输不对称业务的需要。

同时，第三代移动通信应能够后向兼容第二代移动通信系统，实现 2G 到 3G 的平滑过渡。

## 2. 2 UMTS 的物理结构模型

5 UMTS 是 IMT—2000 的重要成员之一，主要由欧洲和日本等国家和地区的移动通信设备供应商提出的。UMTS 的一般结构可以从功能和物理的角度进行模型化。在物理方面使用域 (Domain) 的概念进行模型化。其物理结构模型如图 2.1 所示，域是最高级的物理实体，参考点在域间定义。在功能方面使用层 (Stratum) 的概念进行模型化。层是和一或多个域提供的业务的一个方面有关的协议组。本节首先介绍 UMTS 的物理结构模型，然后再讨论其功能结构模型。

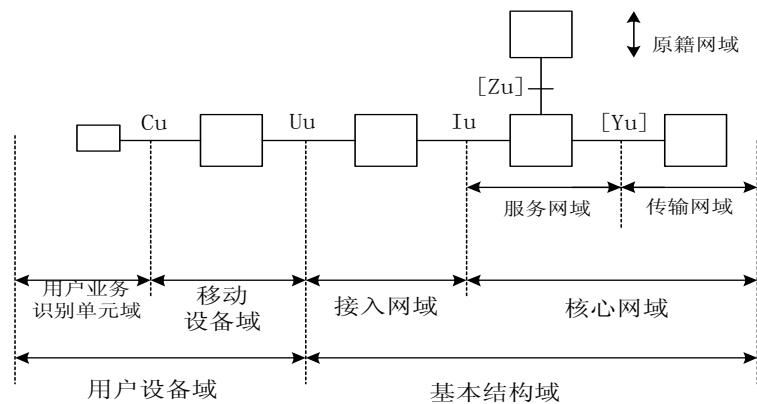


图 2.1 UMTS 的物理结构模型

10 UMTS phase 1 与 GSM 的主要区别是 UMTS 支持可变速率的业务量及 QoS 的高比特率承载业务。特别是 UMTS phase 1 能以有效的方式支持突发和非对称业务，这将允许 UMTS phase 1 引入一系列新的业务如多媒体和 IP 业务等。

15 一般的 UMTS 的物理结构分为两个域：用户设备域和基本结构域。用户设备是用户用来接入 UMTS 业务的设备，用户设备通过无线接口与基本结构相连接。基本结构由物理节点组成，这些物理节点完成终止无线接口和支持用户通信业务需要的各种功能。基本结构是共享的资源，它为其覆盖区域内的所有授权用户提供服务。

### 20 2. 2. 1 用户设备域

用户设备域包括具有不同功能的各种类型设备。它们可能兼容一种或多种现有的接入口

(固定或无线)设备,如双模 GSM/UMTS 用户终端等。用户设备还可以包括智能卡。从图 2.1 可以看出,用户设备域可进一步分为移动设备(ME)域和用户业务识别单元(USIM)域。

#### 1. 移动设备(ME)域

移动设备域的功能是完成无线传输和应用。移动设备还可以分为实体,如完成无线传输和相关功能的移动终端(MT),包含端到端应用的终端设备(TE)。对移动终端没有特殊的要求,因为它与 UMTS 的接入层和核心网有关。

#### 2. 用户业务识别单元(USIM)域

用户业务识别单元包含清楚而安全地确定身份的数据和过程。这些功能一般存入智能卡中。它只与特定的用户有关,而与用户所使用的移动设备无关。

### 2.2.2 基本结构域

基本结构域可进一步分为直接与用户相连接的接入网域和核心网域,两者通过开放接口连接。接入网域由与接入技术相关的功能组成,而核心网域的功能与接入技术无关。从功能方面出发,核心网又可以分为分组交换业务域和电路交换业务域。但是,网络和终端可以只具有分组交换功能或电路交换功能,也可以同时具有两种功能。

#### 1. 接入网域

接入网域由管理接入网资源的物理实体组成,并向用户提供接入到核心网域的机制。对于 UMTS phase 1 接入网的标准,现在只包括 UMTS 无线接入网(UTRAN),其它类型的接入网有待进一步研究。UTRAN 是一种新的接入网,其功能由 UMTS phase 1 定义。为了使 UMTS 网络能够在两种接入网下运行,特别定义了 UTRAN 和 GSM 基站子系统(BSS)接入网的互操作。

从网络发展及漫游和切换的角度看,UMTS phase 1 应后向兼容 GSM 网络。所以 UMTS phase 1 将允许运营商引入新的技术,如 ATM、IP 等。

UMTS 将支持各种接入方法,以便于用户利用各种固定和移动终端接入 UMTS 核心网和虚拟原籍环境(VHE)业务。在所有情况下,接入到 UMTS 网需要使用 UMTS 的用户业务识别单元。UMTS 的移动终端设计成运用于各种无线接入环境。

#### 2. 核心网域

核心网域由提供网络支持特性和通信业务的物理实体组成。提供的功能包括用户位置信息的管理、网络特性和业务的控制、信令和用户信息的传输机制等。核心网域又可分为服务网域、原籍网域和传输网域:

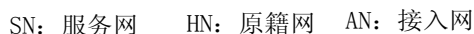
\* 服务网域:与接入网域相连接,其功能是呼叫的寻路和将用户数据与信息从源传输到目的。它既和原籍网域联系以获得和用户有关的数据与业务,也和传输网域联系以获得与用户无



\* 原籍网域：管理用户永久的位置信息。用户业务识别单元和原籍网域有关。  
传输网域：是服务网域和远端用户间的通信路径。

## 5

UMTS 又划分为应用层、原籍层、服务层、传输层和接入层。其功能模型如图 2.2 所示。



10

服务层是由协议、寻路及传输用户或网络产生的数据与信息等功能组成。和通信业务相关的功能包括在该层内。

15

于该层内。

应用层包括端到端协议和支持基本业务及增值业务的功能。这些功能要利用原籍层、服务层和传输层提供的业务。应用层内的功能和协议可能由 GSM/UMTS 标准支持，或者已超出 UMTS 标准的范围。

5       接入层包括所有和接入网有关的功能。这些功能有：无线接入承载控制、与无线有关的位置管理、使用 UTRAN 特有的识别连接/断开（Attach /Detacu）、资源管理（支持电路交换和分组接入，提供面向连接和无连接业务）、切换、宏分集、防止在无线的接口进行窃听的加密、无线资源优化压缩、无线信道编码及用户设备位置的确定等。

10       为了使运营者能够有效地利用网络资源，优化信令负载和减少所需的总体传输容量是成功的关键因素。因此，标准化的目标是建立这样一个结构：使其具有最小的信令流量和最优化的传输结构，便于电路交换和分组交换业务的公共用户数据管理可以在所有相关的网络单元中执行。另外，标准既可以支持分组交换和电路交换业务的综合结点（MSC/SGSN），也可以支持分离的结点，如 GSM/GPRS。

15       从提供多运营商环境的目标出发，UTRAN 内的接口应标准化。然而，在这些接口上可能存在和运营商有关的运行与维护功能，因此标准应能够根据运营商的特定需要进行灵活地扩展。另外，UMTS phase 1 的语音编/译码器也应标准化，UMTS 应支持并行操作以使传输费用更低、语音质量更高。

## 20   2.3 IMT—2000 的功能结构模型

ITU 建议的 IMT—2000 功能模块划分的一个主要特点是：将依赖无线传输技术的功能与不依赖无线传输技术的功能分离开来，对网络的定义尽可能地独立于无线传输技术。IMT—2000 的功能模块如图 2.3 所示。它由两个平面组成：无线资源（RRC）平面和通信控制（CC）平面。RRC 平面负责无线资源的分配和监视，代表无线接入网完成的功能；而 CC 平面负责整体的接入、业务、寻呼、载波和连接控制。

25

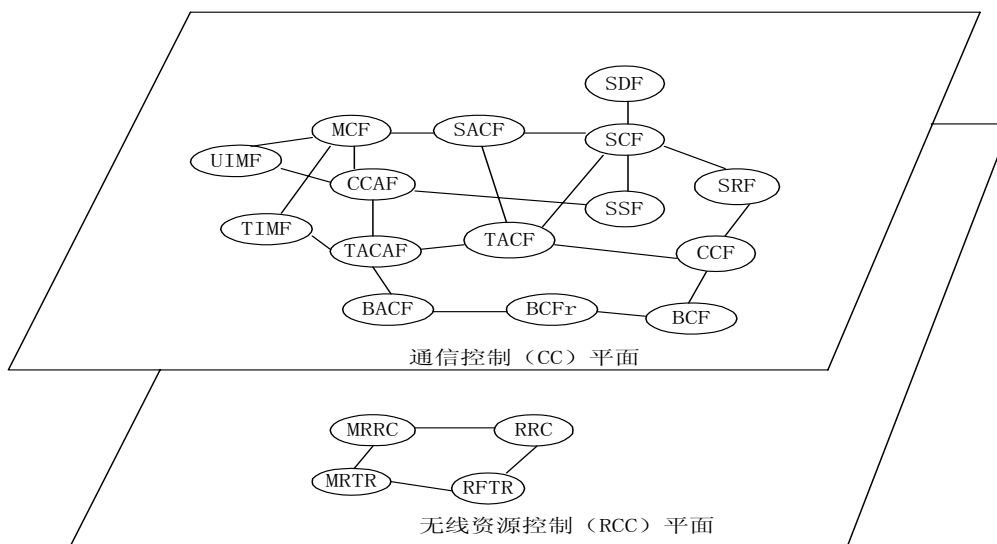


图 2.3 IMT—2000 的功能结构模型

### 2.3.1 无线资源 (RRC) 平面包括的功能实体

5

在 RRC 平面中包括四个功能实体。

(1) 无线资源控制 (RRC): 处理无线资源总的控制, 如无线资源的选择和保留、切换决定、频率控制、功率控制及系统信息广播等。

(2) 移动无线资源控制 (MRRC): 处理移动侧的的无线资源控制。

10 (3) 无线频率的发射和接收 (RFRC): 处理无线接口网络侧的用户和控制信息的发射和接收, 包括无线信道资源管理和纠错编码。

(4) 移动无线频率的发射和接收 (MRTR): 处理无线接口用户侧的用户和控制信息的发射和接收, 包括无线信道资源管理和纠错编码。

### 15 2.3.2 通信控制 (CC) 平面包括的功能实体

CC 平面包括的功能实体比较多, 主要有:

(1) 业务数据功能 (SDF): 负责存储与业务和网络有关的数据, 并提供数据的一致性检查。其中的数据包括业务轮廓和移动多媒体属性。

20 (2) 业务控制功能 (SCF): 包括整个业务逻辑和移动控制逻辑, 负责处理与业务有关的事件, 支持位置管理、移动管理和身分管理等功能。

(3) 业务交换功能 (SSF): 与呼叫控制功能 (CCF) 结合在一起, 提供呼叫控制功能 (CCF) 和 SCF 之间通信所需的功能。

(4) 呼叫控制功能 (CCF): 负责提供呼叫控制和连接控制, 提供访问智能网功能的触发机制, 建立、保持、释放网络中的承载连接。

5 (5) 特殊资源功能 (SRF): 负责提供智能网业务、多媒体业务、分组数据交换业务等所需要的特殊资源, 例如收发器、放音设备和会议桥等。

(6) 业务访问控制功能 (SACF): 提供与呼叫和承载无关的处理和控制功能, 例如移动管理功能。

10 (7) 终端访问控制功能 (TACF): 提供移动终端和网络之间连接的整体控制, 例如终端寻呼、寻呼响应检测、切换决定和执行等。

(8) 承载控制功能 (BCF): 控制承载实体之间的互联。

(9) 承载控制功能 (BCFr, 与无线承载有关): 控制无线承载和对应的有线承载之间的互连和适配。

15 (10) 移动控制功能 (MCF): 在无线接口的移动网侧提供整体业务访问控制逻辑。它可以支持与呼叫和载体无关的业务与网络通信 (例如移动性管理)。

(11) 增强的呼叫控制代理功能 (CCAF): 为用户提供业务接入功能, 是用户与网络 CCF 的接口。

(12) 终端接入控制代理功能 (TACAF): 提供移动终端的接入功能。

(13) 承载控制代理功能 (BCAF): 控制无线承载和移动终端其余部分的互联和适配。

20 (14) 用户身分管理功能 (UIMF): 保存诸如标识、安全等用户信息, 给网络或业务供应商提供一种手段, 用来标识和鉴权 IMT—200 用户和移动终端。

(15) 终端/用户登记、鉴权和隐私。

(16) 呼叫/连接建立和控制。

(17) 不同类型的切换。

25

从以上功能实体结构图中可以看出, IMT—2000 不仅负责业务的执行、加载和运行, 而且具有位置管理、移动管理等方面的能力。其中作为网络中心的 SCF (业务控制功能) 包括了全部业务处理和与业务有关的活动。业务逻辑由来自其它实体的业务请求激活, 以支持位置管理、移动管理、身份管理和定制业务。SCF 和其它实体通信, 获得附加的逻辑和处理呼叫、业务逻辑实例所需要的信息。SCF 功能分布在归属 SCF 和访问 SCF 中。访问 SCF 为访问本地的用户提供 IMT—2000 的支持。而用户的永久性数据和业务操作存放在归属 SCF 中。

30

### 2. 3. 3 IMT—2000 系统结构

通过以上分析不难看出, IMT—2000 的功能模块大体可以分为三大部分: 核心网络、业务控制网络和接入网络。其中核心网络的主要作用是提供信息交换和传输, 将采用分组交换或 ATM 网络, 最终过渡到全 IP 网络, 并且与当前的 2 G 网络后向兼容。业务控制网络是为移动

35

用户提供附加业务和控制逻辑，将基于增强型智能网来实现。接入网络包括与无线技术有关的部分，主要实现无线传输功能。在一般情况下，为了分析方便，人们通常将业务控制网络划入核心网络范围。所以，由无线接入网和核心网这两个子网与用户终端设备就组成了一个完整的IMT—2000 系统，其系统结构如图 2.4 所示。

5

1. 无线接入网

无线接入网由以下两部分组成：

\* 无线载体通用功能（RBCF）：包括所有与采用的无线传输技术无关的控制和传输功能。

10

\* 无线载体特殊功能（RTSF）：包括与传输技术有关的各项功能，可以进一步划分为无线传输技术（RTT）和相关的无线传输适配功能（RTAF）。

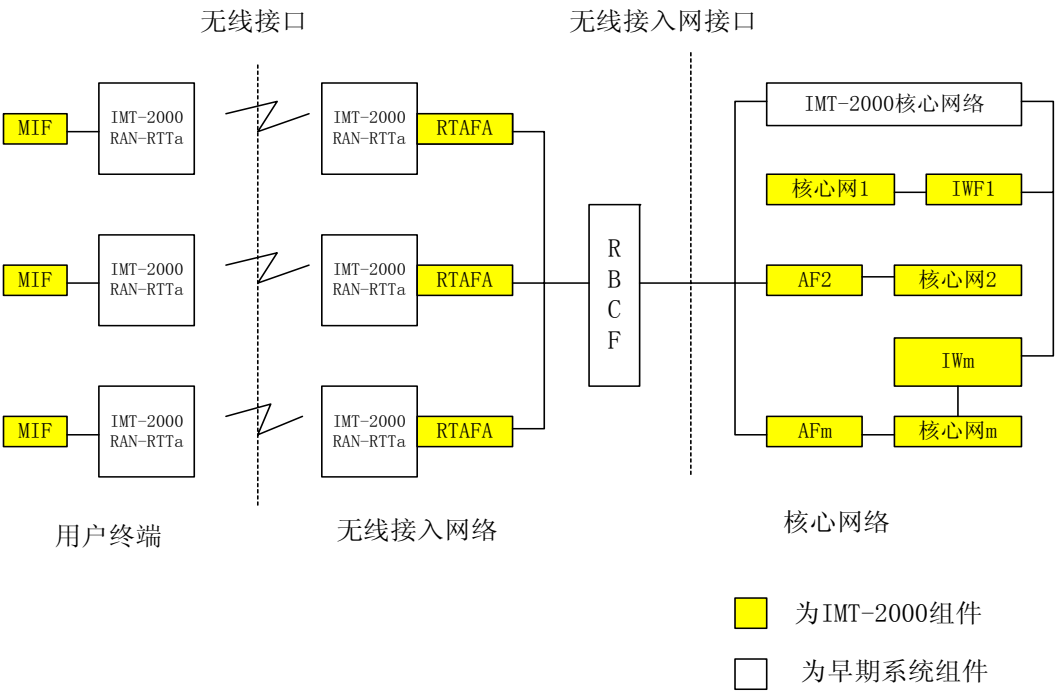
2. 核心网

早期的核心网络（2G 系统）可以通过互通单元（IWF）与 IMT—2000 核心网相连；同时，IMT—2000 的接入网也可以通过一定的适配模块（AF）接入早期的核心网。

15

3. 3G 终端

在 IMT—2000 的初期阶段，用户终端将不得不处于一个多标准的应用环境中，所以必须制造出多模式、多频段的终端设备来实现全球漫游。需要注意的是，在终端设备中，未来软件程序和增值业务将比无线电技术占有更大的份额。



20

图 2.4 简型的 IMT—2000 系统结构

## 2.4 TD-SCDMA 网络结构

现在，我们将介绍 TD-SCDMA 系统的网络结构，它与标准化组织 3GPP 制订的通用移动通信系统 UMTS（Universal Mobile Telecommunication System）网络结构是一样的。

### 5 2.4.1 设计 UMTS 网络的基本原则

在设计 UMTS 网络时，主要应该遵循以下几条原则：

1. 无线接入网和核心网功能尽量分离。即对相关无线资源的管理、调度等功能主要由无线接入网来承担，而对于和业务及应用相关的、贴近用户的功能则由核心网执行。
2. 在逻辑上将传输网和信令网分开。
3. 从标准的角度出发，UE 和地面无线接入网 UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network)采用全新的协议，其设计基于 WCDMA/TD-SCDMA 无线技术；而核心网 CN(Core Network)采用 GSM/GPRS 第二代的定义。这样，能够实现网络的平滑过渡，保护已有投资，在第三代移动通信系统应用初期实现全球漫游。

UMTS 系统采用和第二代通信系统类似的结构，分成许多逻辑网络单元。这些逻辑网络单元的描述通常从功能和所归属的子网进行分组。而且随着网络功能的增加，在网络单元中应该增加相应的实体，以确保其功能的完成。

### 20 2.4.2 UMTS 系统结构

UMTS 通用移动通信系统与第二代移动通信系统在逻辑结构方面基本相同。如果从功能上看，可以分成一些不同功能的子网(Subnetwork),主要包括核心网和无线接入网 RAN (Radio Access Network)两部分。核心网主要处理 UMTS 系统内部所有的语音呼叫、数据连接和交换，以及与外部其它网络的连接和路由选择。无线接入网完成所有与无线有关的功能。这两个子网与用户终端设备(User Equipment, UE)一起构成了完整的 UMTS 系统，其结构如图 2.5 所示。图中 UTRAN 执行 RAN 的功能，它与核心网 CN 之间的接口为 Iu，与用户终端设备 UE 之间的接口为 Uu。

5

10

15

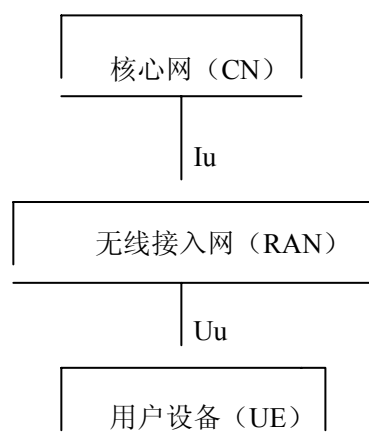


图 2.5 UMTS 的系统结构

20

如果从子网划分的角度来看，UMTS 系统包含若干既能自行工作，又能和其他子网协调工作的子网。图 2.6 表示出 R elease 4 网络支持 CS（Circuit Switched）和 PS（Packet Switched）的 PLMN（Public Land Mobile Network）的基本配置。

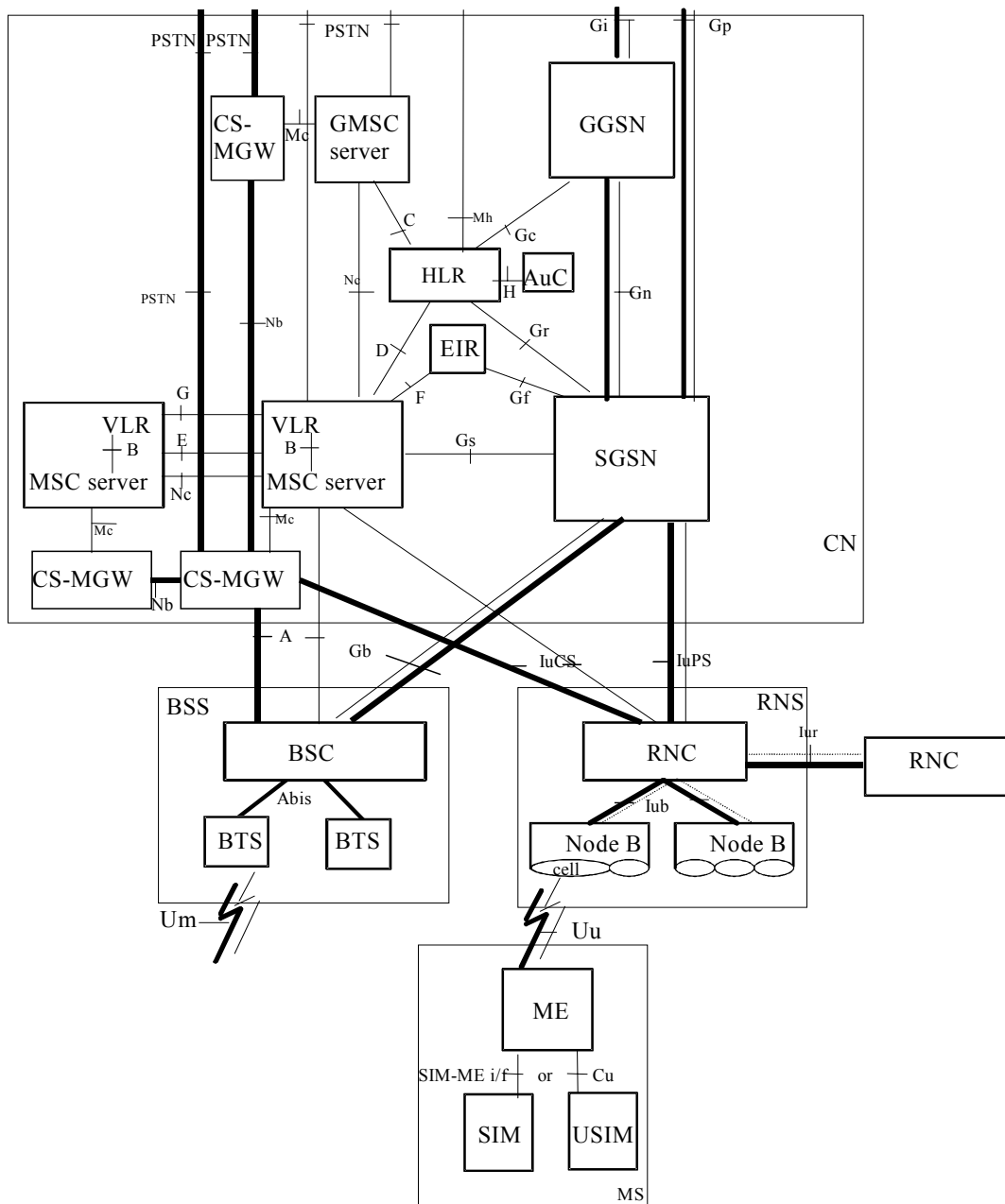


图 2.6 支持 CS 和 PS 业务的 PLMN 网络的基本配置

注：\* 为了充分说明网络的平滑演进，在上图中，我们把 BSC 也加至网络结构图中。

5

\* 图中实线代表用户数据，虚线表示信令。

\* 目前没有协议对 H 接口和 I 接口的标准化进行描述。

这里给出的基本配置图中没有包含 IMS 域的功能实体，只是为了方便读者对整个系统有一个概括性的认识。从图中可以看出二代的 BSS 和三代的 RNS 的地位相同，CN 为了兼容 BSS，



在 SGSN 上的 Gb 接口是和 BSS 相连的。增加的 CS-MGW 使得 CS 域的业务数据流和信令数据流分离，在功能上使得整个 CN 中 CS 域的功能单元的分类更清晰。其中的 RNS 部分通过 Iu 接口与核心网相连。无线网络子系统 RNS 包括无线网络控制器和一或多个 Node B。Node B 可处理 1 或多个小区，并通过 Iub 接口与无线网络控制器 RNC 相连。无线网络控制器 RNC 之间通过 Iur 接口连接，Iur 可通过 RNC 间的物理连接直接相连，或者通过合适的传输网相连接。UTRAN 相关接口内容将在以后章节中具体描述。

在 2.6 图中所有的网络功能被考虑在不同的实体中实现，在实际的产品开发中，有些功能可以在同一实体中实现，相应的接口就成为内部接口。A 接口和 Abis 接口参见 GSM 08 系列规范，Iu、Iur 和 Iub 接口参见 UMTS 25.4xx 系列规范，B、C、D、E、F 和 G 是用于和 7 号信令系统的 MAP 部分交互信令，G 系列接口参见 UMTS 23 系列和 24 系列。

上图主要是以 Release 4 为例阐述了 UMTS 的网络结构，在后续的标准演进中，要逐步的引进全 IP 的传输，网络结构也随之产生相应的变化。因为 3G 网络结构及其演进和发展是相当复杂的问题，所以我们在第三章和第四章将重点介绍 TD—SCDMA 的接入网技术和及其物理层。而在第九章讨论有关核心网的问题。

15

20

25

30

35

参考文献:

1. 3GPP Technical Specification 23.002, Network Architecture
2. 3GPP Technical Specification 23.101, General UMTS Architecture
3. 3GPP Technical Specification 23.110 Access Stratum (AS): Services and Functions
- 5 4. 3GPP Technical Specification 23.060 Digital cellular telecommunication system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS); Service Description; Stage 2
5. 3GPP Technical Specification 24.002 GSM-UMTS Public Land Mobile Network (PLMN) Access Reference Configuration
6. 3GPP Technical Specification 24.007 Mobile radio interface signalling layer 3; General Aspects
- 10 7. 张平等: 第三代蜂窝移动通信系统—w c d m a 《北京邮电大学出版社》
8. Harri, Holma, Antti Toskala: w c d m a 技术与系统设计 《机械工业出版社》
9. w c d m a f o r U M T S
10. handbook on deployment of IMT-2000 System ITU-R

15

20

25

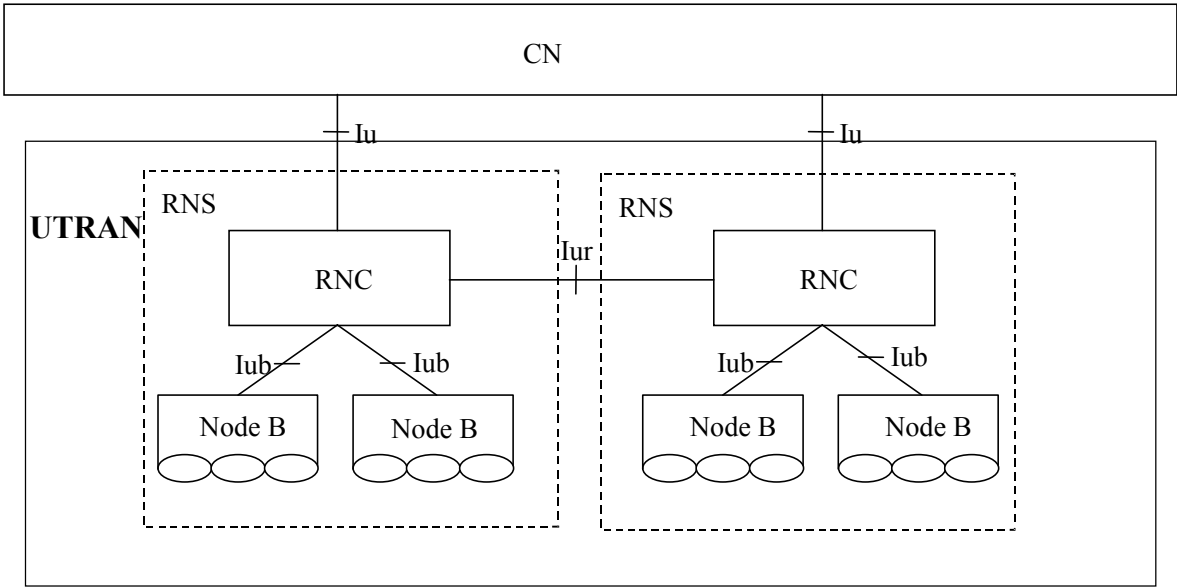
30

### 第三章 接入网的基本结构

本章主要阐述 UTRAN 的基本结构以及 Iu、Iur 和 Iub 等基本接口，并对 3GPP 中因业务需求所引起网络结构的变化与发展方向进行深入的研究，剖析 3G 应用初始阶段为提高网络的灵活性而采取的相应措施及其对未来网络发展可能带来的负面影响，分析现有可能的对策。这部分的重点内容是无线网络层，对传输网络层及其相关的 ATM、IP 和 7 号信令等内容未作详细介绍，感兴趣的读者请参阅有关专门的协议。

以下我们将从 UTRAN 结构、协议模型、网络操作维护，各个相关的接口等几方面系统阐述 TD-SCDMA 接入网技术。

#### 3.1 UTRAN 结构及其接口的通用协议模型



3.1 UTRAN 结构

UTRAN 是 3G 网络中的无线接入网部分，其结构如图 3.1 所示。UTRAN 由一组 RNS(Radio Network Subsystems) 组成，通过 Iu 接口和核心网相连。每一个 RNS 包括一个 RNC 和一个或多个 Node B，Node B 和 RNC 之间通过 Iub 接口进行通信。

在引入一些基本概念之前，这里先把通用的协议结构作以简单介绍，使读者从几个侧面入手，在整体上把握组成 UTRAN 的网络实体之间的关系。

Uu 接口和 Iu 接口的协议栈结构被分为两个部分：

- 5
- 用户平面：传输通过接入网的用户数据。

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。

10

用户平面

接入层通过 SAP（服务接入点）承载上层的业务，图 3.2 说明了 Uu 接口和 Iu 接口提供无线接入承载业务的情况。

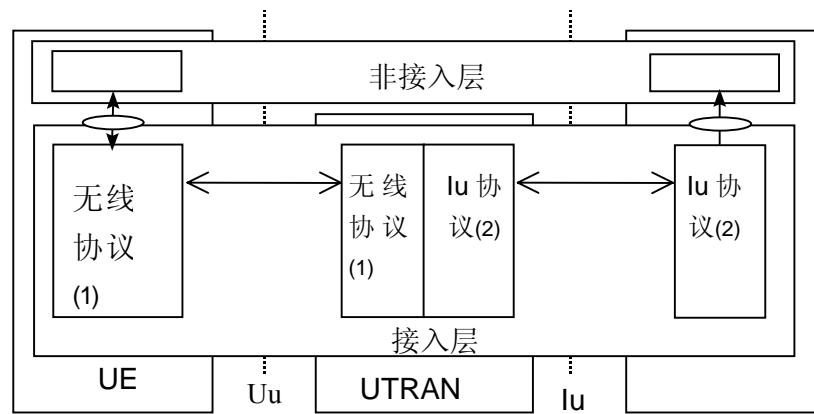


图 3.2 Uu 和 Iu 接口用户平面

注：Uu 接口协议参见 3GPP TS 25.2xx and TS 25.3xx；  
Iu 接口协议参见 3GPP TS 25.41x。

控制平面

图 3.3 对 Uu 和 Iu 接口控制平面进行了简单的描述。

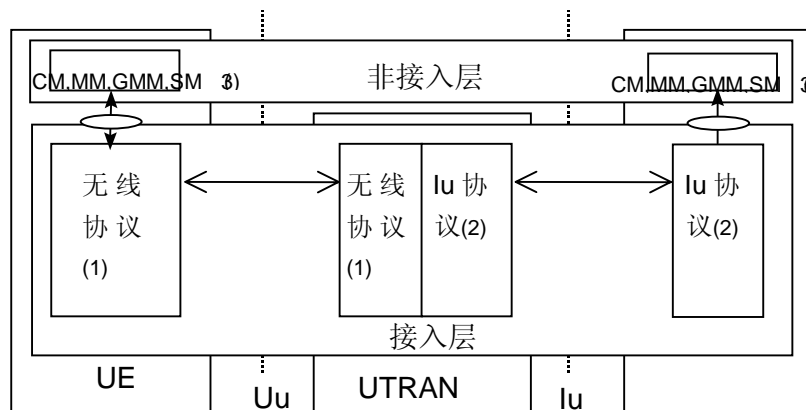


图 3-3Uu 和 Iu 接口控制平面

注：Uu 接口协议参见 3GPP TS 25.2xx and TS 25.3xx；

5 Iu 接口协议参见 3GPP TS 25.41x；

CM, MM, GMM 和 SM 是 UE 和 CN 之间的一组非接入层控制协议的集合，允许不同的非接入层控制协议并行的存在。

通常一个用户和 UTRAN 联接时，只涉及到一个 RNS，此时这个 RNS 称为 SRNS (Serving RNS)；但是当无线接口技术采用 WCDMA 的情况下，由于软切换的出现，可能会发生一个 UE 和 UTRAN 的连接使用多个 RNS 资源的情况，这时就引入了 DRNS (Drift RNS) 的概念。SRNS 和 DRNS 的关系见图 3.4。

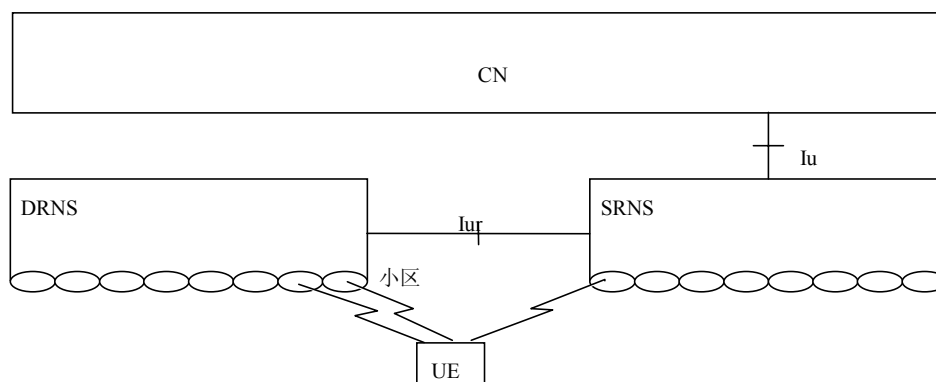


图 3.4 SRNS 和 DRNS

15

下面简要介绍组成 UTRAN 的主要网络元素：

### RNC (Radio Network Controller) 无线网络控制器

主要负责接入网无线资源的管理,包括接纳控制、功率控制、负载控制、切换和包调度等方面。通过 RRC (无线资源管理) 协议执行的相应进程来完成这些功能。

20

如上所述，RNC 涉及以下几个概念：

\* SRNC：即服务 RNC，主要是针对一个移动用户而言，SRNC 负责启动/终止用户数据的传送、控制和 CN 的 Iu 联接以及通过无线接口协议和 UE 进行信令交互。SRNC 执行基本的无线资源管理操作，如将无线接入承载（RAB）参数转化成 Uu 接口的信道参数、切换判决和外环功控等。

\* DRNC：漂移 RNC，是指除 SRNC 之外的其他 RNC；控制 UE 使用的小区资源，可以进行宏分集合并、分裂。和 SRNC 不同的是，DRNC 不对用户平面的数据进行层 2 的处理，而在 Iub 和 Iur 接口间进行透明的数据传输；一个 UE 可以有一个或多个 DRNC。

\* CRNC：控制 RNC，管理整个小区的资源；用户专用信道的数据调度由 SRNC 完成，而公共信道上的数据调度在 CRNC 中进行。

需要指出的是以上三个概念只是从逻辑上进行描述。在实际中，一个 RNC 通常可以包含 SRNC、DRNC 和 CRNC 的功能；另外，这几个概念是从不同层次上对 RNC 的一种描述。SRNC 和 DRNC 是针对一个具体的 UE 和 UTRAN 的连接中，从专用数据处理的角度进行区分的；而 CRNC 却是从管理整个小区公共资源的角度出发派生的概念。

## NodeB 节点 B

主要功能是进行空中接口的物理层处理，如信道交织和编码、速率匹配和扩频等等。同时它也执行无线资源管理部分的内环功控。

### 3. 2 UTRAN 的主要功能

本节从以下几个方面来进行描述：主要功能列表、网络同步和 O&M 需求。

#### 主要功能列表

传输用户数据；  
系统消息调度；  
数据的加/解密和信令的完整性保护；  
切换、SRNS 重定位及终端定位等的移动性方面；  
整个接入网的无线资源管理；  
网络同步；  
广播/多播的消息调度及流控；  
业务量报告。

#### 网络同步

和二代的网络一样，在 3G 系统中，网络同步同样具有非常重要的作用，尤其是对 TDD 系统而言，系统的同步直接关系到整个系统的性能。

本节主要介绍现在的 3GPP 接入网节点的一些同步问题。其同步方式主要是通过传输线同步和 GPS 来完成；TDD 系统除了以上两种方式外，还采用了空中接口的同步方式。其中，

3.84Mcps TDD 专门提供了一条用来进行空中接口同步的物理信道——PNBSCH (Physical Node B Synchronisation channel)，而 TD-SCDMA 由于其特殊的帧结构，通过专用的下行导频时隙（DwPTS）来完成空中接口同步的功能。

网络同步的概念主要涉及到以下几个方面：

- 5 网络同步；
- 节点同步；
- 传输信道同步；
- 无线接口同步；
- 定时对齐控制。

10 图 3.5 说明了涉及到上述概念的一些节点。

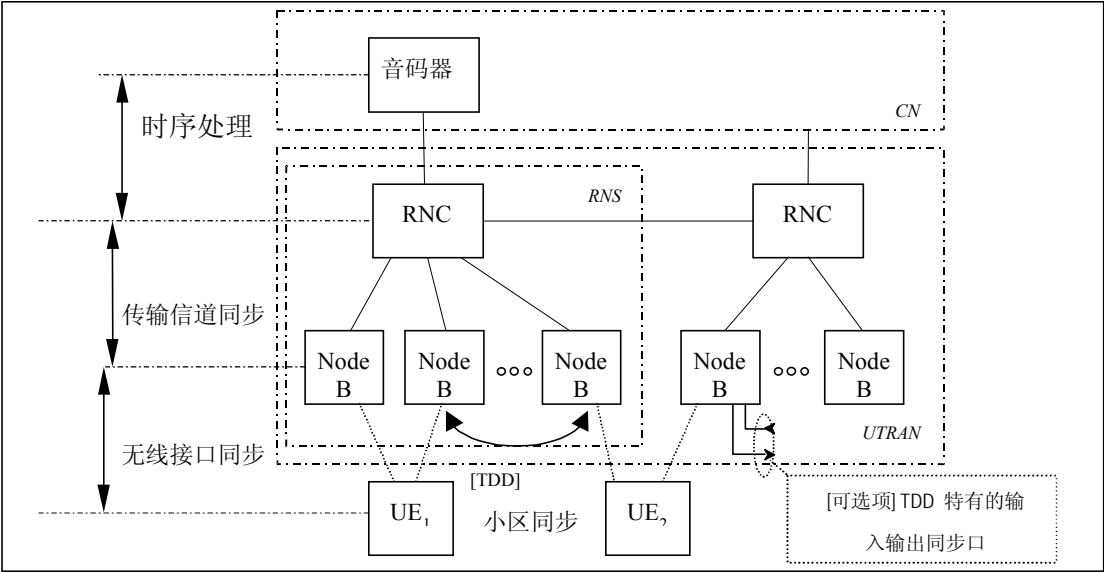


图 3-5 同步模型

关于同步的其他详细描述有兴趣的读者请参见 3GPP TS25.402 Network Synchronisation。

**O&M 需求**

操作维护是保证任何一个系统正常工作必不可少的部分，并且和具体实现的方式关系密切。本节将从规范和实现两个角度出发，阐述 O&M 设计的几个重要的方面，给读者一个较为清晰、明确的系统操作维护的概念。

**系统结构**

根据 3GPP 的第三代移动通信的概念，O&M 的主要目的是对 UTRAN 进行操作维护,在系统的位置如图 3.6 所示。

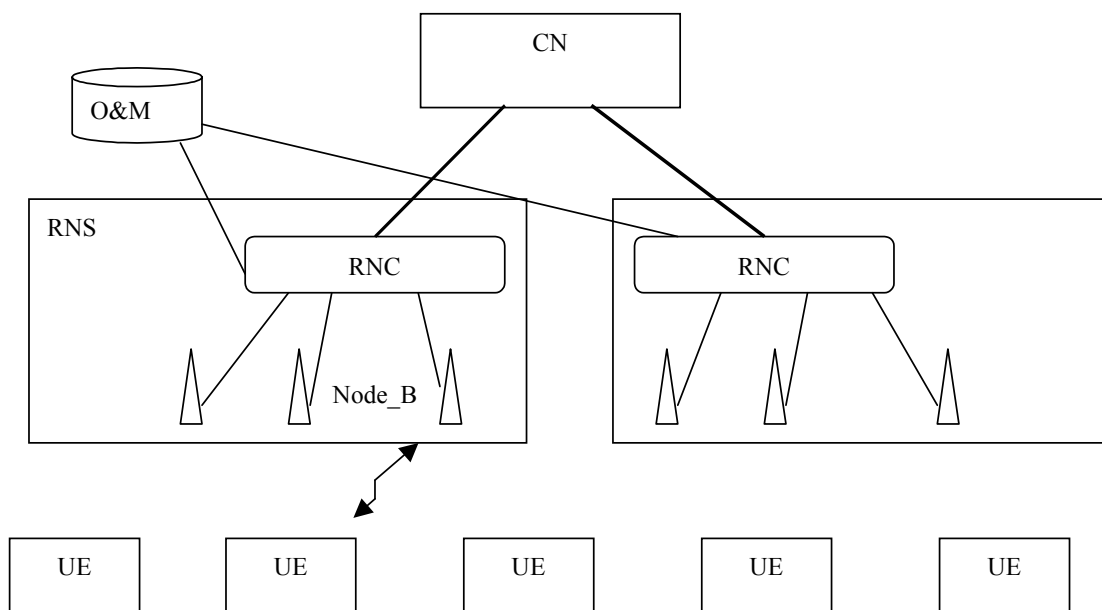


图 3-6 网络参考模型

O&M 的设计应该突出其自身的可扩充性、对 RNS 系统的可维护性、对操作人员的易操作性、全面反映网络运行质量，并能提供面向无线网络的系统优化。

- 5 O&M 体系在结构上一般采用分布式结构，以增强系统的灵活性、稳定性以及数据的处理能力，模块的设计尽量结合系统关于业务处理的特点，合理划分功能区，保证各功能模块能够比较独立；同时模块间尽量采用通用接口，在保证各模块能很好地协同工作的同时减少复杂性，以利于系统功能的扩充。

- 10 O&M 向用户提供的管理功能，可以向用户提供更为强大的网络运行的各种状态的监控功能和对网络故障的诊断以及隔离处理功能，方便用户对网络设备系统的操作，以利于设备的可维护性。

利用网络优化，选择最佳的网络配置，使系统能够提供最好的服务质量。

- 15 考虑到许多管理功能最终需要 RNC 和 Node-B 中相关软硬件的支持，所以在必要的地方，将考虑到 RNC 和 Node-B 的具体实现问题，从整个 RNS 的系统角度出发，比较全面地完成对操作维护系统的设计。

关于一些具体的实现方法，本节将不做描述。

### O&M 设计目标

一般情况下，一个操作维护系统必须完成的基本设计目标：

- 20
1. 分布式体系结构，软硬件配置灵活，可作为多个 RNS 的地区级操作维护中心；
  2. 各操作维护功能模块独立性较强，接口简洁、清晰、通用，便于今后功能扩展；
  3. 人机界面完整、统一，操作方便、灵活、高效；
  4. 后台数据分析处理能力强，利于使用网络优化规划；
  5. 具有很高的安全性、稳定性、可靠性；
  - 25 6. 易于集成网络优化规划辅助系统；

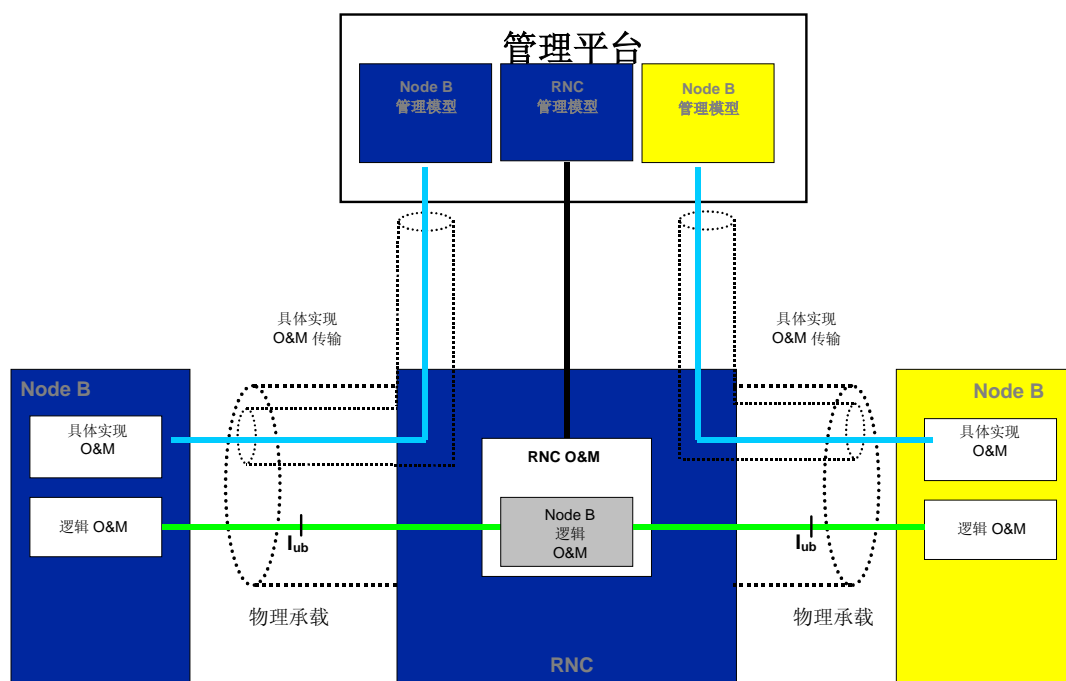


5

## 10

15

NodeB 的操作维护功能,有时又称为本地维护终端,可以被分为两个部分,Implementation Specific O&M 和 logical O&M。其中,前者完成 NodeB 中的具体的操作维护功能,后者则是通过 Iub 接口与 RNC 相联系,交互相应的控制消息。其结构图如图 3.7 所示:



20

注：上图仅仅是表明网络实体间的逻辑连接，并不涉及具体实现的物理接口。

对本部分感兴趣的读者可以参见 3GPP TS32 series。

### 3.3 UTRAN 通用协议结构模型

对于 UTRAN 协议不但可以从 UE 到 CN 连接的方向进行描述，而且可以按照层次化进行说明。UTRAN 的协议结构设计是根据相同的通用协议模型进行的，通常的设计思想是要保证各层几个平面在逻辑上彼此独立，这样便于后续版本的修改，使其影响最小化。图 3.8 为 UTRAN 协议模型的基本结构。

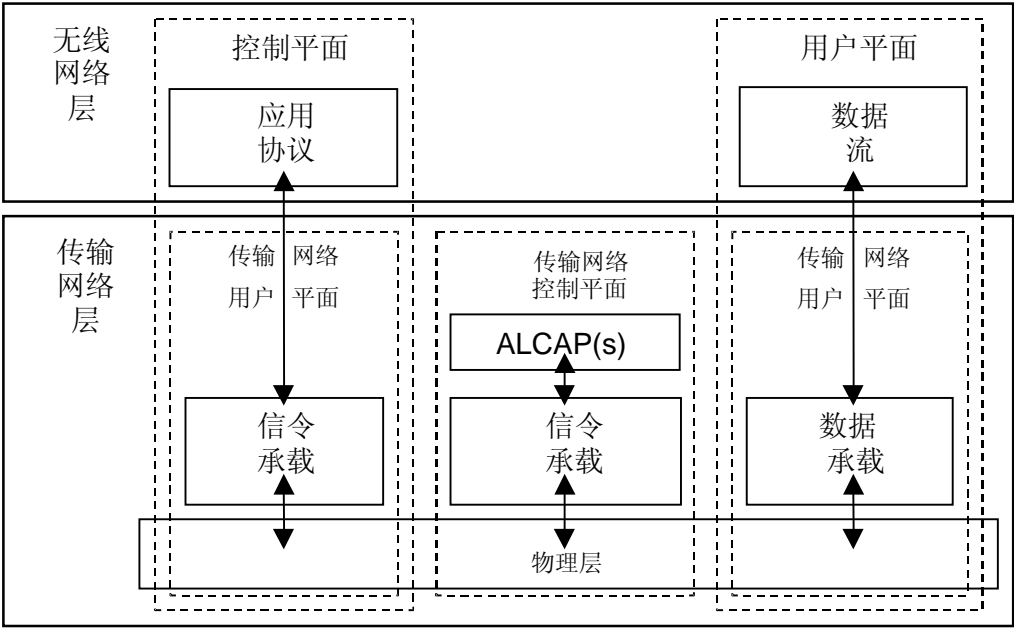


图 3.8 UTRAN 地面接口的通用协议模型

在这里 ALCAP 是 Access Link Control Application Part 的缩写，表示传输网络层控制平面相应协议的集合。

下面我们从水平和垂直两个方向对上图进一步说明：

#### 水平方向

UTRAN 从层次上可以分为无线网络层和传输网络层两部分。UTRAN 涉及的内容都是相关无线网络层的；传输网络层使用标准的传输技术，根据 UTRAN 的具体应用进行选择。

#### 垂直方向

##### 控制平面

控制平面包含应用层协议，如：RANAP、RASAP、NBAP 和传输层应用协议的信令承载。

应用层协议和其他相关因素一起用于建立到 UE 的承载(Iu 中的无线接入承载以及随后的无线连接)。在层次化的结构中,应用协议的承载参数并不直接和用户平面的技术相联系,而是更一般化的描述参数,这样使得用户平面技术的选择更加灵活。

应用协议的信令承载可以和 ALCAP 的信令承载具有相同的类型,也可以是不同的类型;信令承载的建立是 O&M 行为。

#### 用户平面

用户收发的所有信息,例如话音和分组数据,都是经过用户平面传输。用户平面包括数据流和相应的承载,每个数据流的特征都由一个或多个接口的帧协议来描述。

#### 传输网络层控制平面

传输网络层控制平面为传输层内的所有控制信令服务,不包含任何无线网络层信息。它包括为用户平面建立传输承载(数据承载)的 ALCAP 协议,以及 ALCAP 需要的信令承载。

传输网络层控制平面位于控制平面和用户平面之间。它的引入使无线网络层控制平面的应用协议与在用户平面中为数据承载而采用的技术之间完全独立成为可能。使用传输网络层控制平面的时候,无线网络层用户平面中数据承载的传输承载的建立方式如下:无线网络层控制平面的应用协议进行一次信令处理,它通过 ALCAP 协议建立数据承载,该 ALCAP 协议是针对用户平面技术而定的。

控制平面和用户平面的独立性要求必须进行一次 ALCAP 的信令处理。值得注意的是,ALCAP 不一定用于所有类型的数据承载上,如果没有 ALCAP 的信令处理,传输网络层控制平面就没有存在的必要了。在这种情况下,我们采用预先配置的数据承载。另外,传输网络层控制层的 ALCAP 协议不用于为应用协议或在实时操作期间的 ALCAP 建立信令承载。

ALCAP 的信令承载不一定和应用协议的承载是同一类型。ALCAP 信令承载的建立被认为是 O&M 行为。

#### 传输网络层用户平面

用户平面的数据承载和控制平面的信令承载都属于传输网络层的用户平面。如前所述,传输网络层用户平面的数据承载在实时操作期间由传输网络层控制平面直接控制,但是为应用协议建立信令承载所需的控制操作被认为是 O&M 行为。

### 3. 4 Iu 接口

Iu 接口是连接 UTRAN 和 CN 之间的接口,同时我们也可以把它看成是 RNS 和 CN 之间的一个参考点。如同 GSM 的 A 接口一样,Iu 同样也是一个开放接口,它将系统分成专用于无线通信的 UTRAN 和负责处理交换、路由和业务控制的 CN 两部分。制定该标准时的最初目的是仅发展一种 Iu 接口,但是在以后的研究过程中中发现,对 CS 和 PS 业务在用户平面的传输需要采用不同的传输技术才能使传输最优化,相应的传输网络层控制平面也将有所变化。其设计的主要原则是对于 Iu-CS 和 Iu-PS 的控制平面应该基本保持一致。

我们可以从结构和功能两方面来介绍 Iu 接口的一些概念。图 3.9 说明了 Iu 接口的基本结

构。

从结构上来看，一个 CN 可以和几个 RNC 相连，而任何一个 RNC 和 CN 之间的 Iu 接口可以分成三个域：Iu-CS（电路交换域）、Iu-PS（分组交换域）和 Iu-BC（广播域）。下面我们将逐步介绍以上各部分的功能。

5

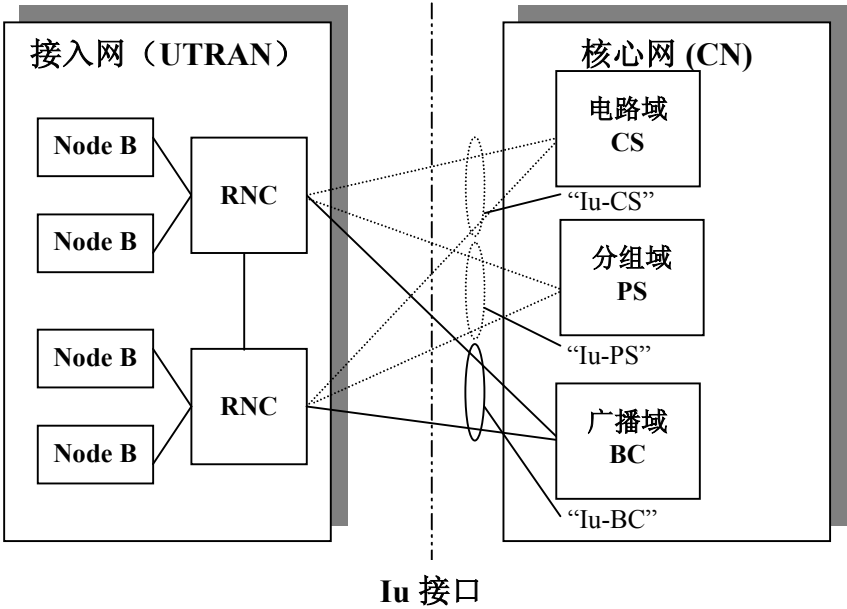


图 3.9 Iu 接口结构

从功能上看，Iu 接口主要负责传递非接入层的控制消息、用户信息、广播信息及控制 Iu 接口上的数据传递等。其主要功能如下：

1、RAB 管理功能

主要负责 RAB 的建立、修改和释放，并完成 RAB 特征参数和 Uu 承载和 Iu 传输承载参数的映射。

2、无线资源管理功能

在 RAB 建立时执行用户身份的鉴定和无线资源状况的分析，并据此接受或拒绝该请求。

3、连接管理功能

负责 UTRAN 和 CN 之间的 Iu 信令连接的建立和释放，为 UTRAN 和 CN 之间的信令和数据传输提供可靠的保证。

4、用户平面管理功能

基于 RAB 的特性提供用户平面相应的模式：透明模式或支持模式；并根据不同的模式决定其帧结构。

5、移动性管理

跟踪终端当前位置信息和对终端进行寻呼。

## 6、安全功能

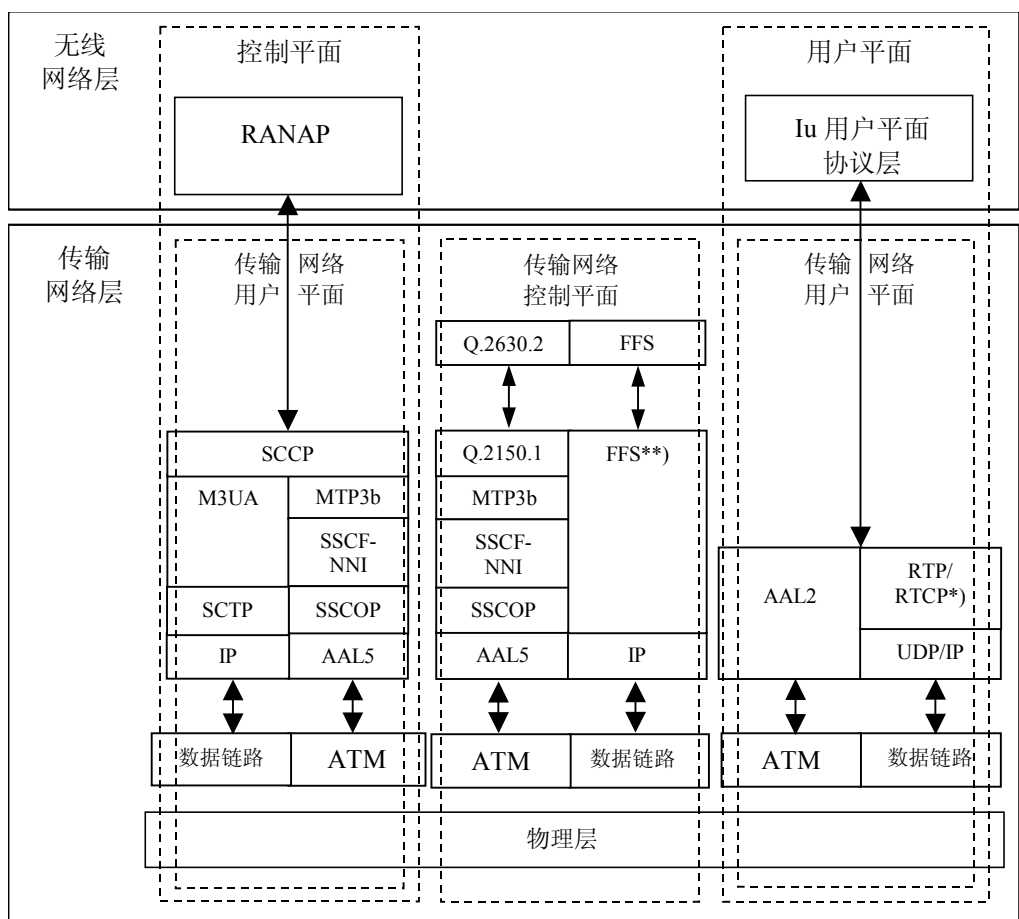
在信令和用户数据传输的过程中对其进行加密并校验其完整性;对用户的身份和权限进行审核。

- 5       在现有的 R99 规范中,一个 RNC 最多能连接到一个 CN 接入点上;对于 BC 域,一个 RNC 可以和几个 CN 的接入点相连。随着研究的深入,发现这种连接会带来一些较为明显的缺点,如硬件利用的效率不高和一些不必要的网络信令负荷。所以在 3GPP 中 SA 15 次全会上提出了一个新的研究领域:接入网连接到多个核心网 (Intra-domain connection of Radio Access Network (RAN) nodes to multiple Core Network (CN) nodes), 在 Iu 接口引入了 Iu-flex 的概念,
- 10       希望能提出完善的解决方案。在本小节的结尾部分我们将会提到这个问题。

### 3. 4. 1 Iu-CS 协议结构

图 3.10 说明了 Iu-CS 的总体协议结构,为了能更清楚的说明传输层技术在 3GPP 中的演进情况,这里使用了 Release 5 的协议结构——把传输网络的 IP 化引了进来。

- 15       图中传输网络层用户平面和控制平面引入了 IP 传输的机制,相应配合的传输层协议也随之引入。这里我们可以看出,传输网络的 IP 化是将来的必然趋势。在现在的 Release99 的网络中,底层的传输是 ATM (异步传输模式)。



\*) RTCP 是可选项  
 \*\*) 根据互操作性选则

图 3.10 Iu 接口协议结构 CS 域

注：FFS 是 For further study 的缩写。

5 IP 传输的引进对原来协议结构产生了较大的影响。

### Iu-CS 控制平面

在 Release99 中，控制平面协议包括位于 7 号信令系统上层的 RANAP。传输层是信令连接控制部分（SCCP）、消息传送部分（MTP3-b）和网间接口信令 ATM 适配层（SAAL-NNI）。其中 SAAL-NNI 由三部分组成：SSCF、SSCOP 和 AAL5。

10

引入 IP 传输之后，相应的协议栈的组成为：SCCP、M3UA(MTP3 User Adaptation Layer)、SCTP(Stream Control Transmission Protocol)和 IP 协议。

### Iu-CS 用户平面

在 Release99 中，每个 CS 业务都要预留一个 AAL2 专用连接；在 Release5 之后，将会使用能够进行实时处理的 RTP/IP 协议。

15

### Iu-CS 传输网络层控制平面

传输网络层控制平面也在原来用于建立 AAL2 连接 (Q.2630.1 和适配层 Q.2150.1) 信令协议基础上引进了相应的 IP 传输机制。

3. 4. 2 Iu-PS 协议结构

图 3.11 说明了 Iu-PS 的总体协议结构，同样我们在这里也引入了 IP 传输机制。

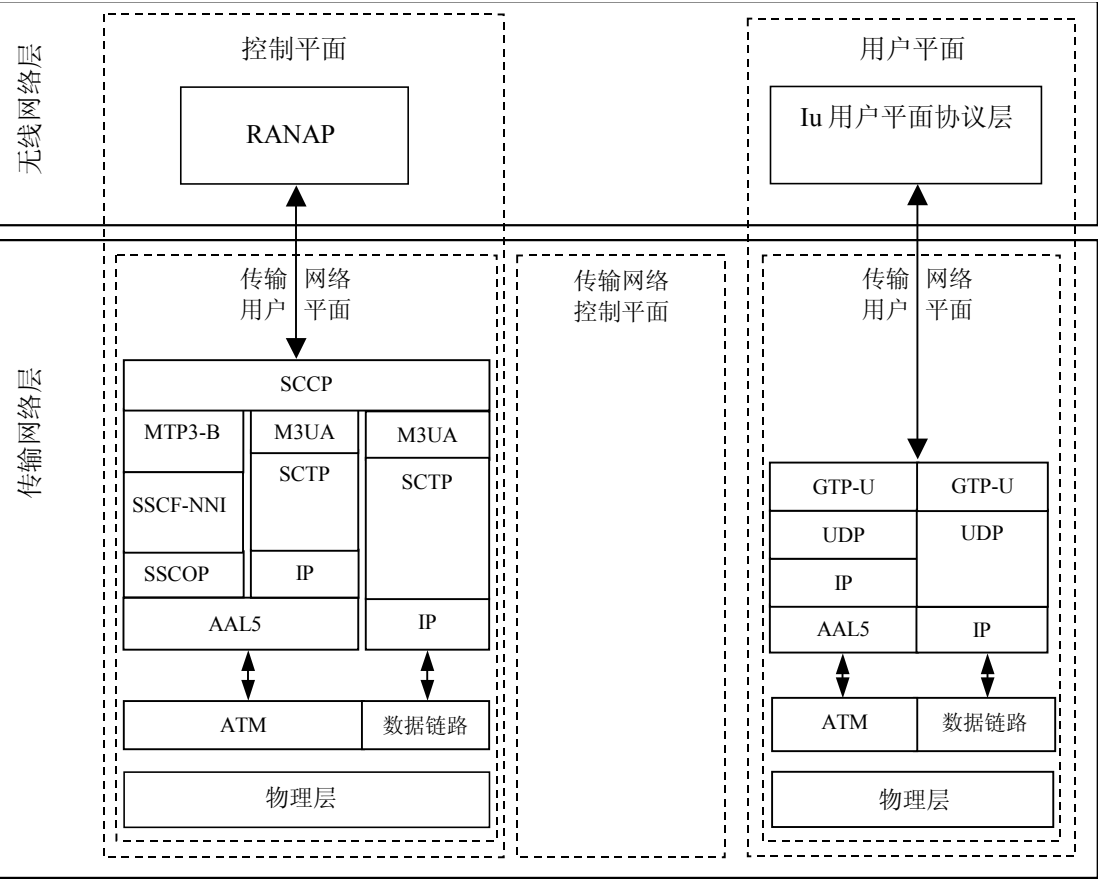


图 3.11 Iu 接口协议结构 PS 域

同 Iu-CS 结构一样，在 Release99 中，用户平面和控制平面采用共同的 ATM 传输，而物理层也是特定应用于 Iu-PS 域的。

Iu-PS 控制平面

在 Release99 中，控制平面协议也是以 7 号信令系统协议和 RANAP 为基础的信令承载。但是和 CS 域不同的是，PS 域也定义了基于 IP 的信令承载：SCCP 层和 AAL5 为两者公用，加上 M3UA(MTP3 User Adaptation Layer)、SCTP(Stream Control Transmission Protocol)和 IP 协议。

在 Release5 之后的版本中，IP 将直接传输数据，不再通过 AAL5 进行到 ATM 的适配。

Iu-PS 用户平面

在 Release99 的 PS 域中，多种分组数据流在一个或多个 AAL5 PVC 上被复用。GTP\_U（GPRS 隧道协议用户平面部分）是一个为单个分组数据流提供标识的复用层，每个单个分组数据流使用 UDP 无连接传输和 IP 寻址。

和控制平面一样，在 Release5 之后的版本中，IP 将直接传输数据，不再通过 AAL5 进行到 ATM 的适配。

#### **Iu-PS 传输网络层控制平面**

传输网络层控制平面没有应用到 PS 域，因为建立 GTP 隧道只要求由一个隧道标识、源地址和目的地址，这些已经包含在 RANAP RAB 分配的相应的消息中。

### **3. 4. 3 RANAP 协议及用户平面**

#### **10 RANAP 协议**

RANAP 是 Iu 接口的信令协议，它包含所有特定于无线网络层的控制消息。

从消息的传送方式上看，基本过程（EP）可以分为两类：面向连接型和无连接型。前者在属于特定 UE 的专用信令连接上传送，后者在公共的信令连接上传送。

RANAP 的功能是通过各种基本过程（EP）实现的，每个功能可能包含一个或多个 EP。

15 EP 分为以下三种类型：

1 类 EP：包含请求应答消息对；

2 类 EP：只包含请求消息；

3 类 EP：包含一个请求消息和一个或多个应答消息。

20 RANAP 通过以上几种 EP 完成相应的功能，在本小节开始已经对这些功能进行了阐述，这里就不再重复。

#### **用户平面**

Iu 用户平面位于 Iu 接口用户平面的无线网络层，用来传输和无线接入承载（RAB）捆绑的用户数据，设计上要求它尽可能独立于所应用的 CN 域。一个 Iu 用户平面实例和一个 RAB 捆绑，如果针对一个给定的 UE 建立了几个 RAB，这些 RAB 将使用相同数量的协议实例。

25 Iu 用户平面协议既可以完成一个完全透明的操作，也可以进行用户数据初始化及数据在线控制成帧。Iu 用户平面协议必须在一定的模式下工作，操作模式的选择与 RAB 特性是相关的，模式选定以后如 RAB 特性不变，则其相关的操作模式不变。操作模式信息是针对每一个 RAB 由无线网络层控制平面通知的。

Iu 用户平面由两种操作模式，简单介绍如下：

#### **30 透明模式**

透明模式应用于那些仅仅具有传输用户数据功能的无线接入承载，对 Iu 用户平面协议只要求传输用户数据而无其他特殊的特性要求。在这种模式下，协议不进行任何成帧和控制操作。在高层和传输层之间传输的 PDU 透明的通过 Iu 用户平面协议层。

#### **支持模式**

35 支持模式目前只定义了预定义 SDU 尺寸这一种模式，用户平面按照预先定义的大小把用户数据分成数据段。SDU 的大小一般对应于 AMR（自适应多速率声码器）语音帧的大小，或



从 CS 数据呼叫的数据率中提取的帧大小。因为被传输的用户数据尺寸可以在一个预定义的范围变化，于是就引进一些进程控制功能和数据流特性功能。

3. 4. 4 Iu-BC 及 SABP 协议

和 Iu-CS 和 Iu-PS 不同的是，Iu-BC 域协议栈只有一个平面，它既包含控制信息又包含用户信息，对应的协议为 SABP。

服务区广播协议 SABP (service area broadcast protocol) 是 Iu-BC 域的协议，为实现小区广播功能而引入的，主要负责 BC 域的 CN (小区广播中心 CBC) 和 RAN (通过 BMC 承载) 之间的交互。

SABP 的基本过程主要包括：

- 写/代替：用于广播新消息或替换已经广播到被选服务区的消息；
- 取消广播：结束指示的消息；
- 负载/消息状态查询：获取需要的信息；
- 重置/重启：结束/重启 RNC 内一个或多个服务区的广播；
- 失败/错误指示：RNC 通知 CN 消息的失败/错误。

图 3.12 表示 SABP 的结构。

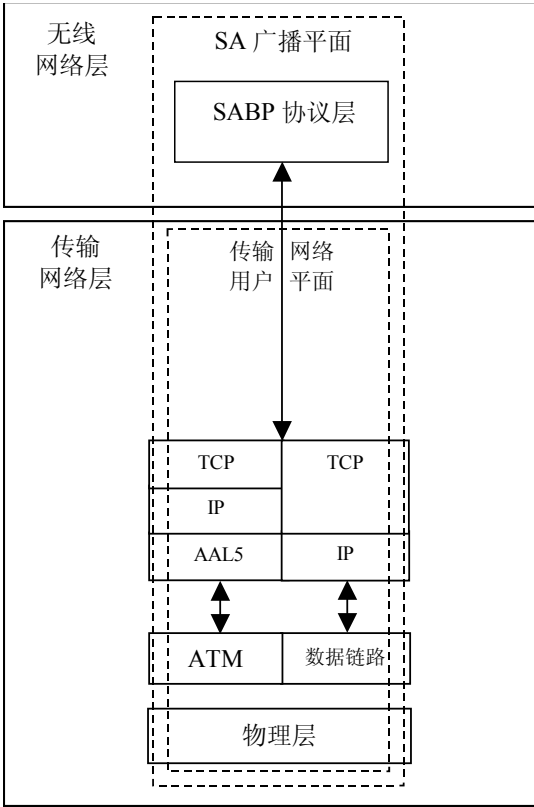


图 3.12 Iu 接口协议结构 BC 域

同其他两个域一样，在 Release5 以后的版本中，同样引入了 IP 传输的机制。

### 3. 4. 5 Iu 接口的发展——Iu-flex

这里，我们首先分析一下引入 Iu-Flex 的必要性及其研究的背景：

在当前的网络结构中，一个 BSC/RNC 只能连接到一个 MSC/SGSN。因此：

- a) 当一个 BSC/RNC 占用 MSC/SGSN 相对较多的容量时，将会造成硬件资源的极大浪费（例如：当一个 BSC 占用一个 MSC 40%的容量时，如果只将两个 BSC 连接到这个 MSC，将会浪费很大的资源）。
- b) 当网络承载更多的业务时，每个 MSC/SGSN 所覆盖的地理区域将会减少,而用户仍将在相同的物理距离内传输，这样就会造成更多的 MSC/SGSN 间的注册更新,它们之间更新所产生的信令将会给核心网（MSCs、SGSNs、HLRs）和无线接口增添更多的负荷。

为了解决上述问题，Release 5 中引入了 Iu-Flex，建议提供一种标准机制将一个 BSC/RNC（A/Gb 模式和 Iu 模式）连接到多个 MSCs/SGSNs。这样不但可以提高硬件的使用效率，而且也提供了 MSCs/SGSNs 之间的负荷共享能力，减少了移动管理的信令。

Iu-Flex 可以作为任何一个 PLMN 的结构选项。是否调用此方案由网络运营商决定。

此课题的研究涉及到三个研究组：CN、GERAN 和 RAN。解决方法的提出主要涉及了两个概念：共有区域——pool area 和非接入层节点选择功能——NNSF(NAS Node Selection Function)。

共有区域包含以下几个特征：

- \* 包含一个或几个 MSC/SGSN;
- \* 可以相互重叠;
- \* 订阅服务的用户在共有区域内无需改变 CN 接点就可以实现漫游;
- \* 一个 RNC/BSC 可以属于一个或多个共有区域;
- \* CS 域和 PS 域可以被独立的配置;
- \* 跨越多个 RAN 节点的位置区（Location Areas）和路由区（Routing Areas）应该属于一个共有区域。

关于共有区域请参见图 3.13

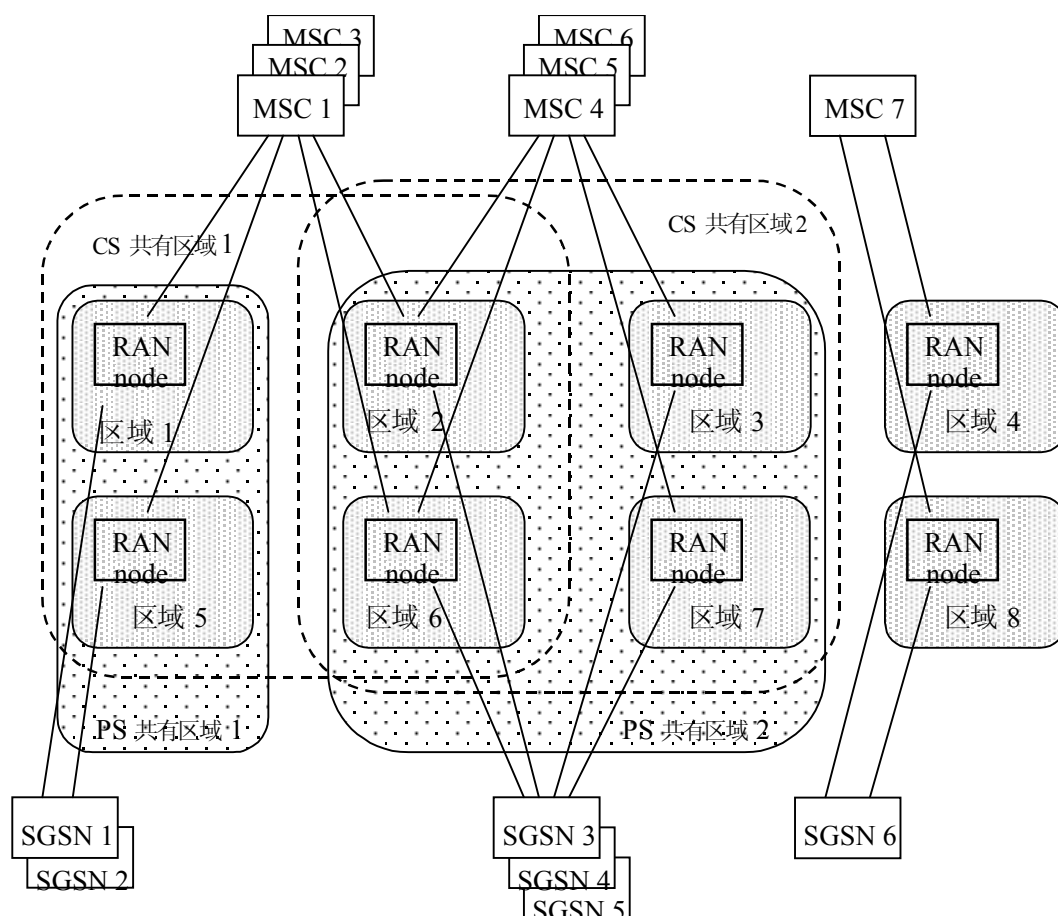


图 3.13 共有区域配置示例

5 非接入层节点选择的功能既包含 RAN 节点也包含 CN 节点，当没有 CN 节点被指定的时候，NNSF 就通过非接入层资源标识——Network Resource Identifier (NRI)来选定一个 CN 节点路由相应的消息。

10 目前在所涉及的规范中，通过增加相应的描述用以指定默认的 CN 节点，以及共有区域和非接入层节点选择功能的提出来解决一个 RAN 节点如何可以和多个 CN 节点相连接的问题。

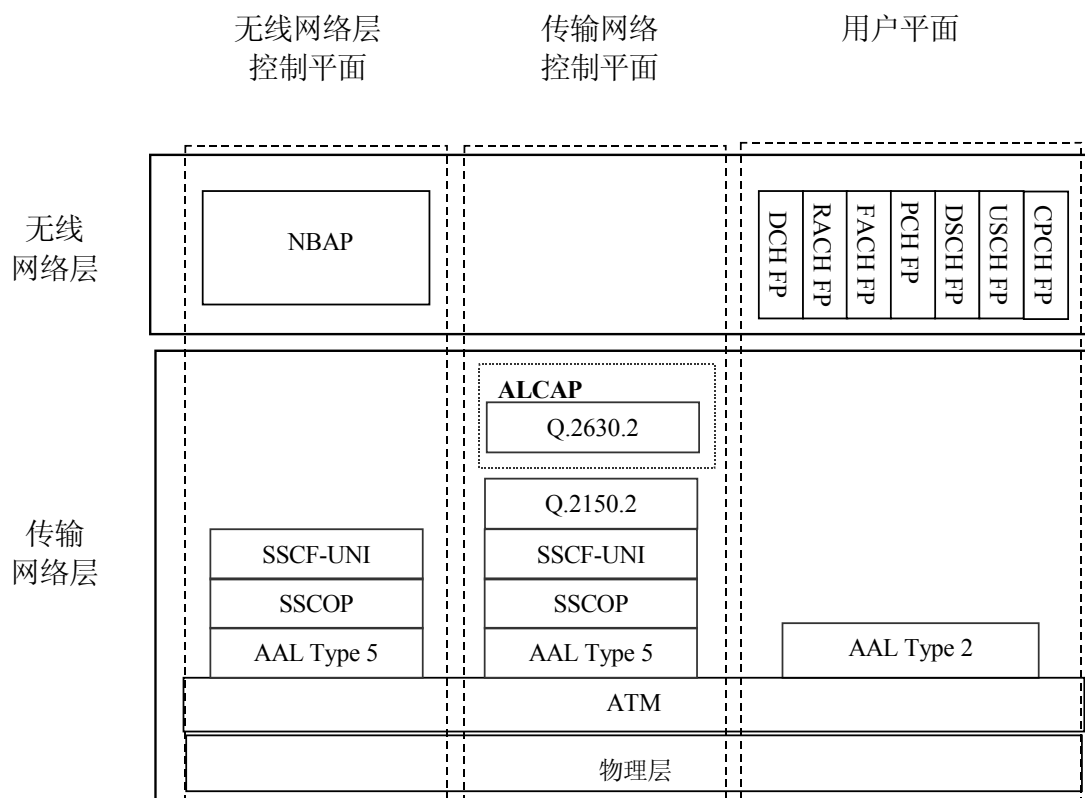
正如其他领域的一些现象一样，任何一个问题及解决方案的提出总是有其局限性的，Iu-flex 虽然在充分利用硬件资源和减少不必要的信令符合方面提出了好的解决办法，但是却给在随后 Release6 中的 MBMS (Multimedia Broadcast/Multicast Service) 带来了一些新的麻烦，我们在这里就不再详细介绍。

### 3. 5 Iub 接口

Iub 接口是 RNC--Node B 之间的接口，用来传输 RNC 和 Node B 之间的信令及无线接口的数据。它的协议栈是典型的三平面表示法：无线网络层、传输网络层和物理层。

- 5 无线网络层由控制平面的 NBAP 和用户平面的 FP（帧协议）组成；传输网络层目前采用 ATM 传输，在 Release 5 以后版本中，引入了 IP 传输机制；物理层可以使用 E1、T1、STM-1 等多种标准接口，目前常用的是 E1 和 STM-1。

下图 3.14 表示该接口的三平面。



10

图 3.14 Iub 接口协议结构

（注：图 3.14,3.15 中出现的 CPCH 为 FDD 系统特有的信道，为了保持 Iub 接口协议和 NodeB 模型的完整性图中没有略去。）

15

Iub 接口主要完成以下功能：

- 管理 Iub 接口的传输资源
- Node B 逻辑 O&M 操作

- 传输 O&M 信令
- 系统信息管理
- 专用信道控制
- 公共信道控制
- 定时和同步管理

与 3.6 节中将要讲述的 Iur 接口不同的是，由于 RNC 和 Node B 之间具有较短的传输距离和相对密切的对应关系，没有必要采用七号信令传输网络。所以无线网络层和传输网络层控制平面中作为信令承载的 SS7 协议栈被更简单的 SAAL-UNI 所代替；另外应该注意的是，这里也没有引入 IP/SCTP。

下面对上图中的传输网络层进行一些简单的说明。Iub 接口的 ATM 协议有 AAL2 和 AAL5、SAAL（SSCOP、SSCF-UNI）、ALCAP 三部分。

AAL2 和 AAL5 是 ATM 适配层协议，完成数据适配的功能——把高层的数据结构表示成 ATM 信元，并提供相应的运行和管理功能。AAL2 和 AAL5 主要区别是，AAL5 用于非实时的面向连接和无连接的数据传输；而 AAL2 是为可变比特数据传输而设计的，主要用于传输话音业务。它们都是采用 ITU-T 标准定义。

ALCAP 是专门针对 AAL2 连接的信令协议，负责 AAL2 点到点连接的建立、释放和维护。原来采用的是 Q2630.1，但是后来为了方便传输承载的复位操作，Q2630.1 已经被 Q2630.2 所取代。

SAAL 由 SSCOP 和 SSCF-UNI 两部分协议组成，由于其本身的限制，使得 NBAP 消息长度不能超过 4096 个八位组。针对这个问题，曾有人提出再加一层分段打包解包协议（APPSAR）。但是在实际的运行过程中，超过 4096 个八位组的 NBAP 消息概率很低，并且有很大程度是由异常事件所导致；如果引入了 APPSAR 将会破坏无线网络层和传输网络层之间的独立性，所以此建议最终被 3GPP 取消。

为了进一步理解 Iub 接口的结构，有必要研究一下 Node B 逻辑模型，见图 3.15。

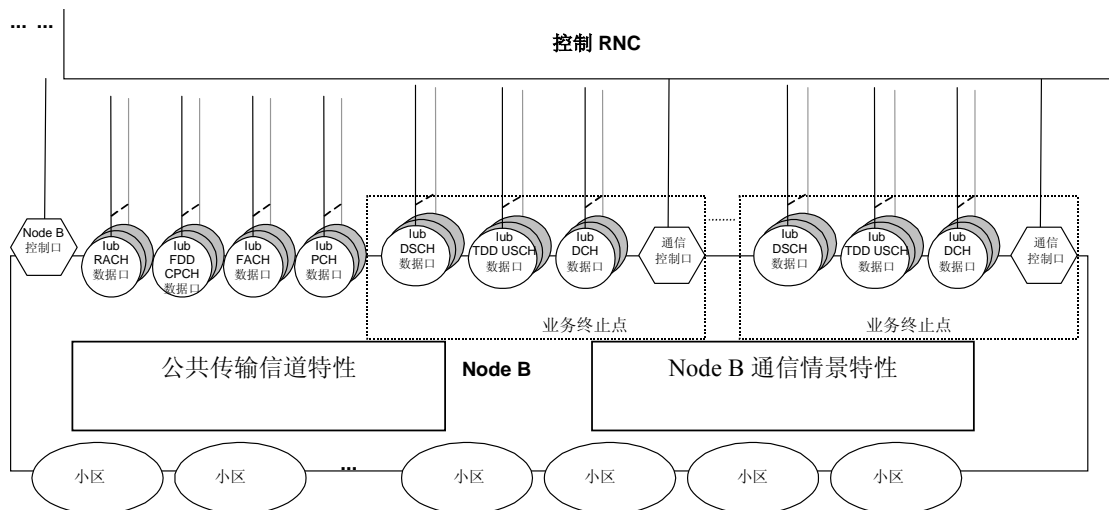


图 3.15 Node B 逻辑模型

从图中可以看出，该逻辑模型包含了一个公共控制口/公共信令链路和一套业务终端节点/专用信令链路。需要注意的是，业务终端节点和小区并没有直接的联系，一个业务终端节点可以控制多个小区，同时一个小区可以属于多个业务终端节点。

现在我们看一下无线网络层控制平面和用户平面的一些情况。

#### 控制平面 NBAP

NBAP 功能是通过具体的基本过程(EP)实现的，基本过程分为两种类型:Class1 和 Class2。其中，Class1 是指携带响应消息的过程，相应消息既包含成功的消息，也包含失败的消息；Class2 指携带那些无需相应消息的过程。

NBAP 基本过程分为公共过程和专用过程，分别对应公共链路和专用链路的信令过程。

#### 公共 NBAP

公共 NBAP 过程应用于已经存在于 NodeB 中的与特定 UE 无关的信令或特定 UE 上下文初始化请求过程。公共 NBAP 也定义了 NodeB 中逻辑 O&M 相关的过程。

公共 NBAP 主要功能如下：

- 建立 UE 的第一个无线链路，选择业务终结端点；
- 公共传输信道控制；
- 小区配置及 TDD 模式下的小区同步控制；
- TDD 模式下共享信道配置；
- 初始化和报告小区或 NodeB 相关测量；
- 错误管理。

#### 专用 NBAP

专用 NBAP 是指和一个特定的 UE 上下文关联的过程。当 RNC 通过公共 NBAP 过程为

UE 分配一个业务终端节点之后，每一个和该 UE 相关的后续信令将通过该节点的专用控制端口使用专用 NBAP 过程来交互。

专用 NBAP 主要功能如下：

- 为特定的 UE 增加、释放以及重新配置无线链路；
- 专用信道控制；
- FDD 模式下的更软合并；
- 报告无线链路的具体测量；
- 无线链路差错管理。

用户平面 FP

用户平面[Iub FP]是用来传输通过 Iub 接口上的公共传输信道和专用传输信道数据流的协议。主要功能是把无线接口的帧转化成 Iub 接口的数据帧，同时产生一些控制帧进行相应的控制。Iub FP 的各种帧结构种类很多，主要分为数据帧和控制帧两部分。下面对这两种帧结构做以简单说明。

用户平面包含公共传输信道和专用传输信道，它们对应的帧结构略有不同，主要区别除了净负荷里面的 IE 内容不同之外，专用信道数据帧中还携带 QE（质量估计）用于外环功率控制。

数据帧的基本格式如下图所示。

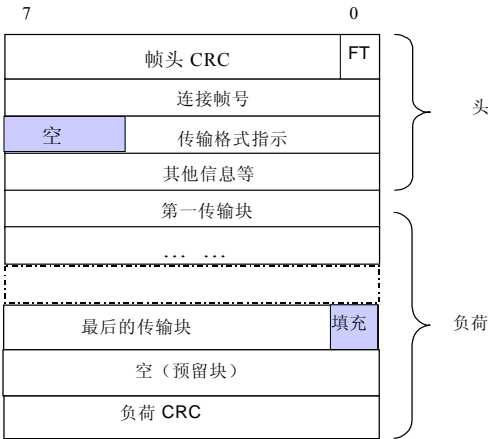


图 3.16 数据帧格式

下面简单的介绍其中的参数。

1. 帧头中包含以下几部分：

- Head CRC：帧头 CRC，主要是对帧头信息进行校验。
- FT：帧类型，1 比特——0 表示数据帧，1 表示控制帧。
- TFI：传输格式指示，提供净负荷的传输格式信息。
- Other information：携带其他信息，如定时信息、测量信息和功率信息等等。

2. 净负荷主要由三部分组成：

- TB: 传输块，携带要传输的数据信息，
- Spare Extension: 预留块，为将来增加新的 IE（信息元素）保留位置。
- Payload CRC: 净负荷 CRC，对净负荷数据进行校验。

5       控制帧的基本格式如图 3.17 所示。

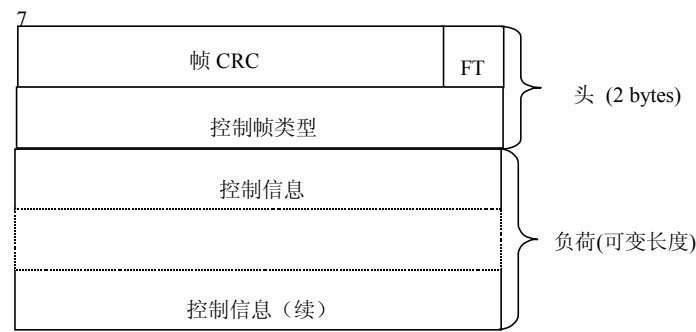


图 3.17 控制帧格式

对相关参数解释如下：

- Frame CRC: 帧头 CRC，对整个帧信息进行校验。
- FT: 帧类型，1 比特——0 表示数据帧，1 表示控制帧。
- Control Frame Type: 控制帧类型，指示净负荷信息里携带的内容。

15       用户平面控制帧的功能对于公共传输信道和专用传输信道有所不同，但主要都是完成数据传输中的节点同步、链路同步和定时校准几方面。

20       Iub 接口在网络的位置中相当于 GSM 中的 Abis 接口。Abis 接口当时是一个不开放的内部接口，这样就限制了单独制造 BTS 的厂家无法参与网络设备的竞争。在现行的 3G 标准制订中，Iub 接口并没有象 Iur 接口和 Iu 接口一样做成完全开放的接口。在这个意义上说，单独制造 Node B 的厂家同样无法参与 3G 网络设备的竞争，这将容易形成几个大型网络制造商的垄断，不利于行业内的竞争；同时对运营者来讲，开放的 Iub 接口将会使得组网选择更加灵活。

目前，CWTS（中国通信标准研究组）正积极推动 Iub 接口开放的相关事宜，并取得了很大进展。

### 3. 6   Iur 接口

25       Iur 接口是两个 RNC 之间的逻辑接口，用来传送 RNC 之间的控制信令和用户数据。同 Iu



接口一样，Iur 接口是一个开放接口。Iur 接口最初设计是为了支持 RNC 之间的软切换，但是后来其它的特性被加了进来。现在 Iur 接口的主要功能有以下几种：

- 支持基本的 RNC 之间的移动性；
- 支持公共信道业务；
- 5 -- 支持专用信道业务；
- 支持全局管理过程。

同 Iub 接口类似，Iur 协议栈也是典型的三平面表示法：无线网络层、传输网络层和物理层。

无线网络层由控制平面的 RASAP 和用户平面的 FP（帧协议）组成；传输网络层目前采用 ATM 传输，在 Release5 以后版本中，将引入了 IP 传输机制；在物理层实现中可以使用 E1、T1、STM-1 等多种标准接口，目前常用的是 E1 和 STM-1。下图说明了 Iur 接口的协议结构，这里我们使用了 Release5 的版本。

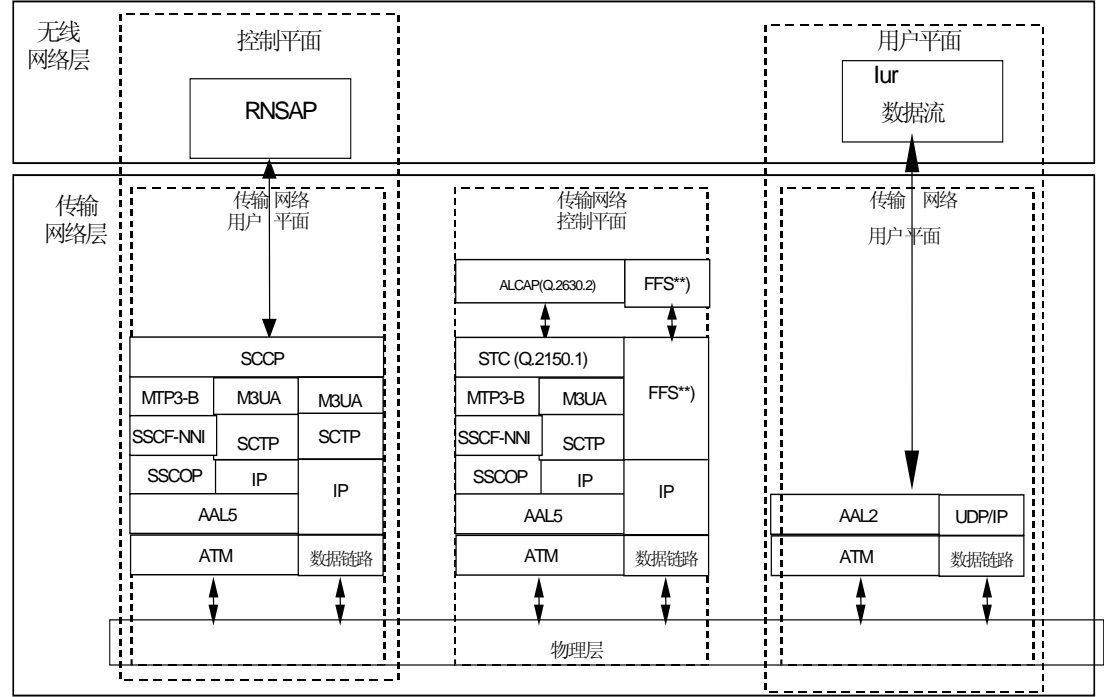


图 3.18 Iur 接口协议结构

为了更好的理解图 3.18 中 Iur 接口的结构，我们在这里引入 DRNS 逻辑模型，见图 3.19。

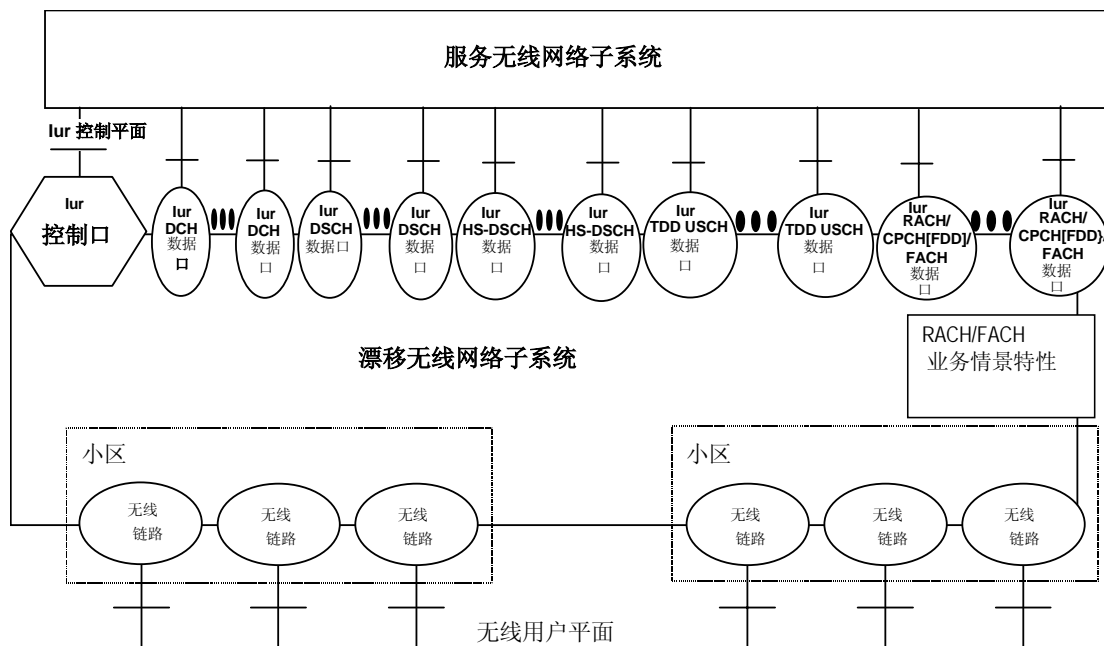


图 3.19DRNS 逻辑模型

图 3.19 中的 DRNS 逻辑模型可以看作类似黑匣子的结构：一端是空中接口的无线链路的集合，另一端是 Iur 接口用户平面接入点的集合。无线链路与 Iur 用户端口通过 DRNS 的内部传输机制连接在一起。在端口间的连接的控制操作是从 SRNC 通过 Iur 控制平面端口发送到 DRNC 的。

Iur 接口的几个功能并非是强制选项，可以根据运营者的需要，实现其中的一部分。

下面分别介绍 Iur 接口功能，这些功能的具体描述可以参见该接口的控制平面 RASAP。

### 支持基本的 RNC 之间的移动性

该模块包括用于处理 UTRAN 内部移动性的所有进程。它是最初构建 Iur 接口的基石，但是这个功能本身并不支持任何用户数据的交换，不涉及用户平面和传输网络控制平面的协议。如果没有这个功能模块，UE 从一个 RNC 到另一个 RNC 之间的移动必须要暂时断开与网络的连接。

该功能模块主要包括：

- 上/下行链路信令传输，SRNC 和 DRNC 之间传递公共信道上的空中接口消息；
- 支持 SRNC 重定位；
- 支持 RNC 之间小区、位置区更新；
- 支持 RNC 之间的寻呼过程。

### 支持公共信道业务

公共传输信道程序模块包括用于在 Iur 接口上控制公共控制信道数据流的进程。涉及到 RASAP 的信令和用户平面的公共传输信道帧协议。关于这个功能的讨论在 3GPP 中进行了很长时间，它的好处是可以避免复杂的 SRNC 重定位过程，但是它要求把 MAC（媒体接入控制）层分成两个网络实体，降低了 Iur 接口资源的使用效率和提高了其实现的复杂度。最后，这个

功能作为一个可选项被定下来。

-- 该功能模块主要包括：

-- 为公共传输信道数据流建立和释放连接；

-- 把 MAC（媒体接入控制）层分成 MAC-d 和 MAC-C/sh 实体，在 SRNC 和 DRNC 中实现，并提供二者之间的流控功能。

#### 支持专用信道业务

DCH 模块用于处理两个 RNC 之间的 DCH 业务。用户数据的数据帧透明地穿过 DRNC，所以 Iur 接口这部分的帧协议和 Iub 接口用户平面专用信道的描述是一致的。

该功能模块主要包括：

-- 执行硬切换和 FDD 模式下软切换的功能；

-- 建立、修改和释放 DRNC 中的专用信道；

-- 在两个 RNC 之间传递 DCH 数据块。

通过专用测量报告和功率设置，控制 DRNC 中的无线链路。

#### 支持全局管理

支持全局模块处理与特定 UE 无关的程序。此模块中的进程与上面提到的模块的不同点在于它是涉及两个对等的 CRNC，主要是提供通过 Iur 接口的无线资源管理和 O&M 信令。该功能不涉及用户平面，并且没有放在 Release99 的规范中。

该功能模块主要包括：

-- 两个 RNC 之间的小区测量传输；

-- 两个 RNC 之间的 Node B 定时信息传输。

上面所讨论的主要是 Iur 接口的控制平面功能，接下来我们简单介绍用户平面的信息。如上所述，Iur 接口用户平面专用传输信道帧协议和 Iub 接口的描述是一致的，这里就不再赘述，这里主要讲述公共传输信道的帧协议结构。Iur 接口用户平面也有控制帧和数据帧两种，结构和 Iub 接口类似，参见 Iub 接口相关内容。

Iur FP 公共传输信道数据流包括 RACH/CPCH[FDD]数据传输、FACH 数据传输和共享信道数据传输三种进程。

使用 RACH/CPCH[FDD]数据帧把从 RACH/CPCH[FDD] 传输信道上收到的数据从 DRNC 传送到 SRNC。这个数据用一个强制性的净荷 CRC 保护。多个相同长度的 MAC-c/sh SDU 可以在同一个 RACH 数据帧中发送。

使用 FACH 数据帧将 FACH 传输信道上接收到的数据从 SRNC 传送到 DRNC。多个相同长度和相同优先级的 MAC-c/sh SDU 可以在同一个 FACH 数据帧中发送。同等优先级和大小相同的 SDU，由 DRNS 在 Uu 接口上按 SRNC 接收时的顺序发送。

上行共享信道：

只要在 DRNC 中有 USCH 数据，就立即使用 USCH 数据帧通过 USCH 数据端口将数据转发到 SRNC。使用 USCH 数据帧把 USCH 传输信道上收到的数据从 DRNC 传送到 SRNC。这个数据用一个强制性的净荷 CRC 保护。多个相同长度的 MAC-c/sh SDU 可以在同一个 USCH

数据帧中发送。

下行共享信道：

当 DRNC 确认 SRNC 指定的容量并且 SRNC 有数据等待发送，则 DSCH 数据帧将用来转发数据。当有数据在等待发送，且收到一个容量配置，则根据收到的配置立即发送一个数据帧。

- 5 多个相同长度和相同优先级的 MAC-c/sh SDU 可以在同一个 DSCH 数据帧中发送。DSCH 数据帧包括一个用户缓冲器大小的指示符，用来指示各个 UE 和指定优先级的等待处理的数据量。同等优先级和大小相同的 SDU，由 DRNS 在 Uu 接口上按照从 SRNC 接收时的顺序发送。

- 10 Iur FP 的控制进程有三类：FACH 流量控制、DSCH 容量请求和 DSCH 容量分配。控制帧类型通过一个 8 比特组来标识。

-- FACH 流量控制：FACH 流控帧被 DRNC 用来控制用户数据流量。

-- DSCH 容量请求：提供了 SRNC 请求 DSCH 容量的方法，此方法是通过指示给定优先级的用户缓冲区的大小。如果在适当的时限内没有收到分配值，允许 SRNC 重发容量请求。

- 15 -- DSCH 容量分配：DSCH 容量分配是在 DRNC 中产生的。它可在响应一个容量请求时产生，或在任何时候产生。DRNC 可以在任何时间用这个消息去修改容量，而不管报告上来的用户缓冲区的状态。

- 20 毋庸置疑，Iur 接口的制订在支持软切换、全局无线资源管理和更加开放的网络结构方面提供了很大的方便。但是让 UE 和网络之间传输的数据经过该接口不可避免的增加了传输延时和 DRNC 的处理负荷。于是，在 2001 年 6 月 3GPP RAN 全会上，提出了一个新的概念：在 SRNC 和 NodeB 之间建立直接传输的承载(direct transport bearers between SRNC and Node-B)。。这个 WI 建议方法如图 3.20 所示,其基本内容如下：

- 25 在当前的标准中，当有一条无线链路建立的时候，DRNC 将从 Node B 获得一个传输网络层地址和捆绑 ID，用于建立从 DRNC 到 NodeB 的传输承载。同样，SRNC 将从 DRNC 也获得一个传输网络层地址和捆绑 ID，用于建立从 SRNC 到 DRNC 的传输承载。

- 30 在所建议的方法中，DRNC 决定是否使用在 SRNC 和 Node B 之间建立直接传输承载的方式。如果支持的话，DRNC 将传输网络层地址和捆绑 ID 从 Node B 传送至 SRNC，使得 SRNC 和 Node B 之间建立所需的传输承载。在这里，DRNC 仅仅扮演了一次透明传输相关信令的角色，而随后的数据传输不再涉及 DRNC。

传输网络层当采用 ATM 和 IP 传输机制时将有细微的不同。

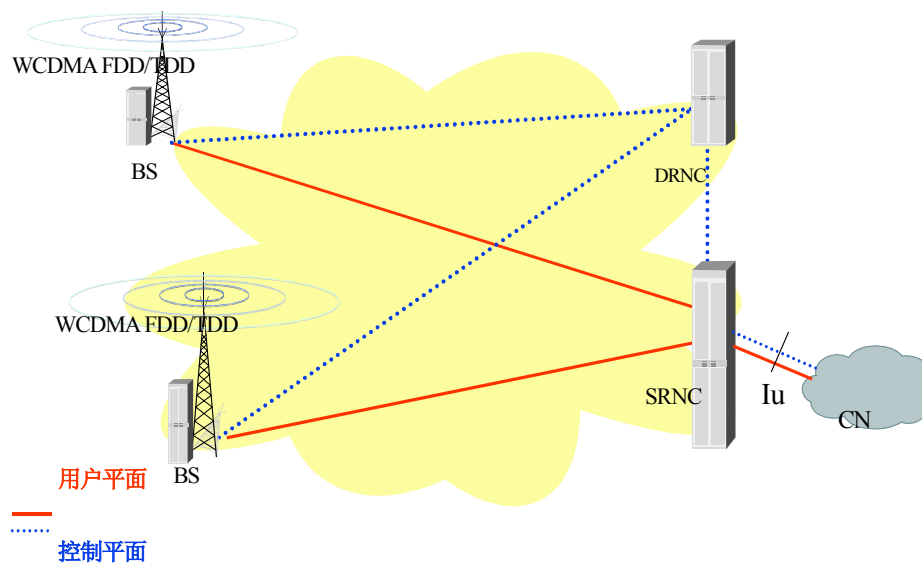


图 3.20 直接传输的用户/控制平面结构

### 3. 7 接口 Iupc 和 Iur-g

随着标准的不断发展和完善，网络结构也随之发生了一些变化，例如：增加了专门为定位业务服务的 Iupc 接口和使 2 代和 3 代网络更容易互通的 Iur-g 接口。下面我们将对这两个接口做以简单的介绍。

#### 3. 7. 1 Iupc 接口

移动通信发展的关键在于业务与应用的发展。3G 之所以能迅速的发展起来，不仅是技术上的优势，更重要的是它适应于高速率数据和多媒体业务发展的需要。而且定位服务也是第三代移动通信的重要内容之一，将使网络运营商能够给用户提供新的增值业务。同时还可以对当前一些业务，如基于位置的预付费或信息服务进行必要的改进。

目前，促进基于位置的服务的主要有以下几个方面：

**竞争：**寻找新的经济收入增长点和与众不同的增值业务的需求。

**法规：**美国联邦通信委员会（FCC，Federal Communications Commission）于 1996 年 6 月提出了一条规定（记事表号 94-102），要求所有的移动网络运营商必需对一切“911”呼叫紧急服务提供位置信息。FCC 还要求在 2001 年 10 月 1 号以前，所有的“911”呼叫定位服务需要精确到 125 米，而且准确率要达到 67%。1998 年 12 月 24 号，FCC 对它的规定进行了补充，允许网络运营商采用基于终端或基于网络的定位技术。由此可以看出，基于位置

的服务是非常重要的，必需遵守很多法规。当前仅仅是一个开头，以后将有广阔的发展前景。

**技术：**我们已经在手机、网络 and 定位技术上取得了持续的进步，各种适合于移动环境的定位方法纷纷浮出水面。

5

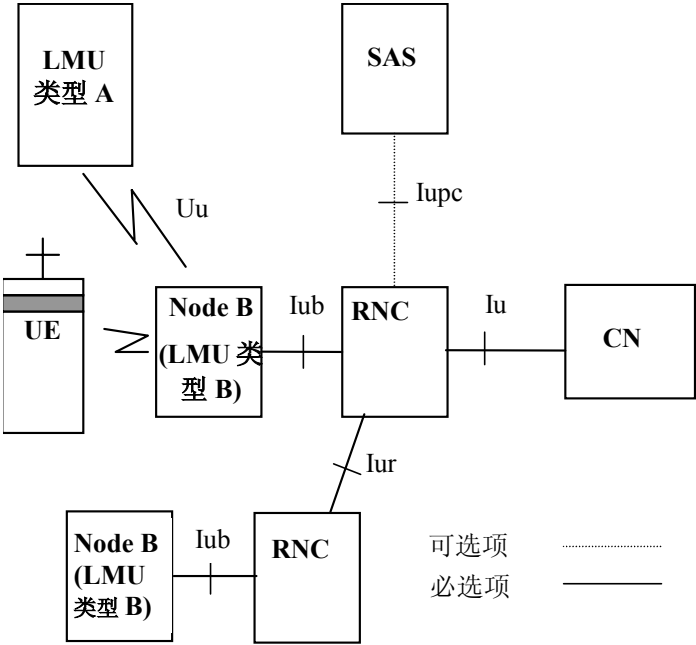
定位业务主要应用于以下几个目的：

- 增值业务（Commercial LCS Value Added Services）；
- 内部定位（Internal LCS）；
- 紧急呼叫（Emergency LCS）；
- 合法侦听（Lawful Intercept LCS）。

10

Iupc 接口就是第三代移动通信为了更好的提供定位业务而提出来的。最初该接口的设计只支持网络辅助的 GPS 定位方式，随着技术的发展，在标准中先后提出了其它方式的定位方法。

图 3.21 为支持终端定位的网络结构。



15

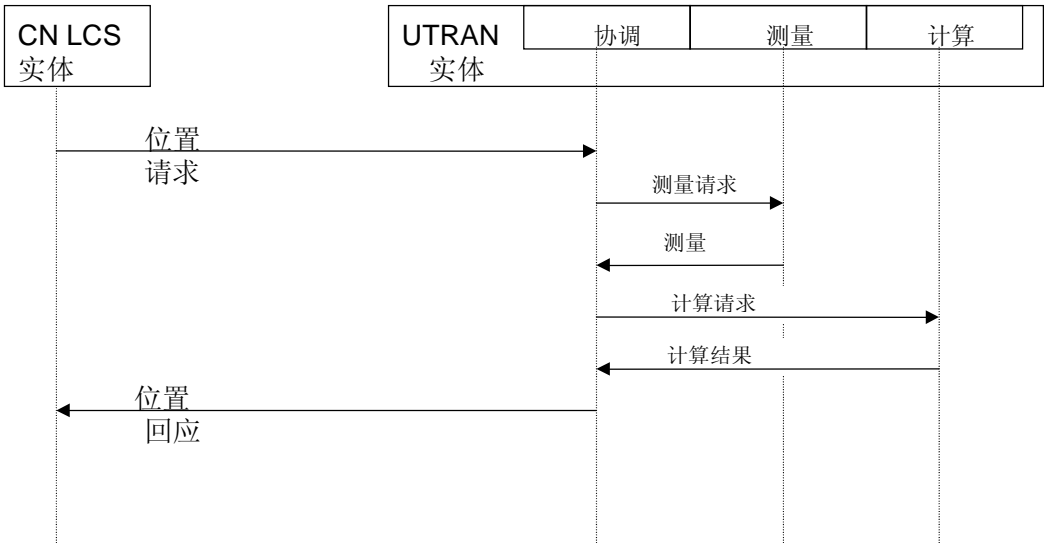
图 3.21 支持终端定位的网络结构

上图中几个网络实体的具体含义：

20

- LMU：定位测量单元（Location Measurement Unit）；
- SAS：Stand-Alone 单机 SMLC（SMLC-- Serving Mobile Location Centre，服务移动定位中心） logical node that interconnects to the RNC over the Iupc interface via the PCAP protocol（通过 Iupc 接口 PCAP 协议连接到 RNC 的逻辑接点）。
- PCAP：Position Calculation Application Part(位置计算单元)。

当 RNC 从 CN 收到定位请求，并通过 UE、LMU、SAS 和 Node B 等实体所获得的信息，估测出 UE 的位置并将其结果报告给 CN。有时 SRNC 也把位置信息作为内部使用，例如：提供位置信息辅助切换。下图展示出 MSC 对 UE 定位的一般操作过程。



5

图 3.22 UE 定位操作一般过程

在 3GPP 的 Release99 版本中，标准的定位方法有以下三种：

- 基于小区位置的定位；
- OTDOA（Observed Time Difference Of Arrival 观测到达时间差）定位方式；
- 网络辅助的 GPS 定位方法（A-GPS）；

在 Release5 中，由于 TD-SCDMA 系统使用了智能天线，AOA 的定位方法也写进了标准中。

在 OTDOA 定位方式中，为了提高定位的精度，网络可以根据一定的调度算法配置下行的空闲时隙用于定位的测量。

3.7.2 Iur-g 接口

为了使二代网络和三代能更好的互通，3GPP GERAN(GPRS EDGE RAN)工作组提出了增加 BSC 和 RNC 之间的接口，称之为 Iur-g。该接口的位置如下图所示。

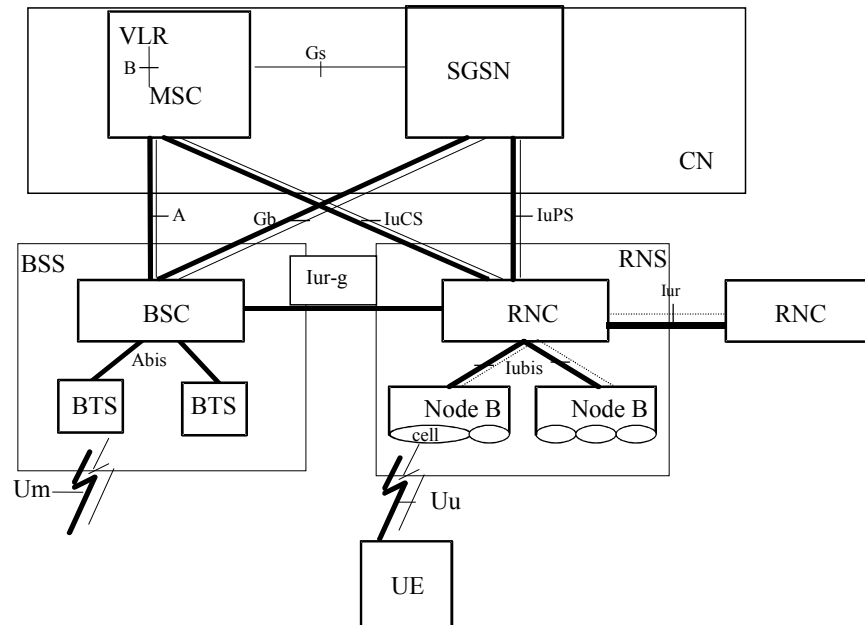


图 3.22 Iur-g 接口结构图

一种支持该接口的解决方案是在 Iur 接口增加关于 GERAN 的信令消息或消息元素。目前

5 Iur-g 接口的提案及详细的解决方法正在进行中。

10

15

20



参考文献:

- 3GPP Technical Specification 25.401, UTRAN Overall Description
- 3GPP Technical Specification 25.402, Synchronization in UTRAN Stage 2
- 3GPP Technical Specification 25.410, UTRAN Iu Interface: General Aspects and Principles
- 5 3GPP Technical Specification 25.411, UTRAN Iu interface Layer 1
- 3GPP Technical Specification 25.412, UTRAN Iu interface signalling transport
- 3GPP Technical Specification 25.413, UTRAN Iu interface RANAP signaling
- 3GPP Technical Specification 25.419, UTRAN Iu-BC interface: Service Area Broadcast Protocol (SABP)
- 10 3GPP Technical Specification 25.420, UTRAN Iur Interface: General Aspects and Principles
- 3GPP Technical Specification 25.421, UTRAN Iur interface Layer 1
- 3GPP Technical Specification 25.422, UTRAN Iur interface signalling transport
- 3GPP Technical Specification 25.423, UTRAN Iur interface RNSAP signalling
- 3GPP Technical Specification 25.430, UTRAN Iub Interface: General Aspects and Principles
- 15 3GPP Technical Specification 25.433, UTRAN Iub interface NBAP signalling
- 3GPP Technical Specification 25.435, UTRAN Iub interface user plane protocols for CCH data streams
- 3GPP Technical Specification 25.442, UTRAN implementation-specific O&M transport
- 3GPP Technical Report 25.834, UTRA TDD low chip rate option; Radio protocol aspects
- 20 3GPP Technical Report 25.883, Direct Transport Bearers Between SRNC and Node-B
- 3GPP Technical Report 25.875, NAS node selector function
- 3GPP Technical Specification 25.305, User Equipment (UE) positioning in Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN); Stage 2
- 3GPP Technical Specification 23.271, Functional stage 2 description of location services (LCS)
- 25
- 30
- 35

## 第四章 TD-SCDMA 物理层

第三代移动通信系统的空中接口即 UE 和网络之间的 Uu 接口，由物理层 L1、数据链路层 L2 和网络层 L3 组成，如图 4.1 所示。

5

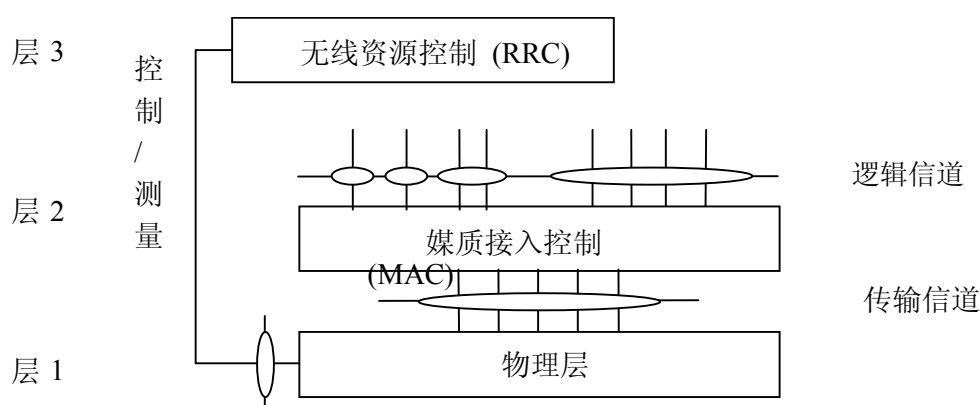


图 4.1 3G 空中接口协议结构

从图 4.1 可以看出，物理层是空中接口的最底层，支持比特流在物理介质上的传输。物理层与层 2 的 MAC 子层及层 3 的 RRC 子层相连。物理层向 MAC 层提供不同的传输信道，传输信道定义了信息是如何在空中接口上传输的。物理信道在物理层定义，物理层受 RRC 的控制。

10

物理层向高层提供数据传输服务，这些服务的接入是通过传输信道来实现的。为提供数据传输服务，物理层需要完成以下功能：

- 传输信道错误检测和上报
- ◆ 传输信道的 FEC 编译码
- ◆ 传输信道和编码组合传输信道的复用/解复用
- ◆ 编码组合传输信道到物理信道的映射
- ◆ 物理信道的调制/扩频和解调/解扩
- ◆ 频率和时钟(码片、比特、时隙和子帧)同步
- ◆ 功率控制
- ◆ 物理信道的功率加权和合并
- ◆ RF 处理
- ◆ 速率匹配
- ◆ 无线特性测量，包括 FER、SIR、干扰功率，等等

15

20

- ◆ 上行同步控制
- ◆ 上行和下行波束成形(智能天线)
- ◆ UE 定位(智能天线)

由于各种第三代移动通信系统的差别主要体现在无线接口的物理层，本章主要介绍基于

## 5 TD-SCDMA 技术的无线接口物理层 L1。

### 4. 1 概述

TD-SCDMA 的多址接入方案是直接序列扩频码分多址(DS-SSMA)，码片速率为 1.28Mcps，扩频带宽约为 1.6MHz，采用不需配对频率的 TDD(时分双工)工作方式。它的下行（前向链路）和上行（反向链路）的信息是在同一载频的不同时隙上进行传送的。

10 在 TD-SCDMA 系统中，其多址接入方式上除具有 DS-SSMA 特性外，还具有 TDMA 的特点。因此 TD-SCDMA 的接入方式也可以表示为 TDMA/SSMA。

TD-SCDMA 的基本物理信道特性由频率、码和时隙决定。其帧结构将 10ms 的无线帧分成 2 个 5ms 子帧，每个子帧中有 7 个常规时隙和 3 个特殊时隙。

15 信道的信息速率与符号速率有关，符号速率由 1.28Mcps 的码速率和扩频因子所决定到上下行的扩频因子在 1 到 16 之间，因此各自调制符号速率的变化范围为 80.0K 符号/秒~1.28M 符号/秒。

### 4. 2 物理信道及传输信道到物理信道的映射

本节将对系统中的信道及其映射关系做简单介绍。如图 4.1 所示，传输信道作为物理层向高层提供的服务，它描述的是信息如何在空中接口上传输的。而逻辑信道则是 MAC 层向上层（RLC）提供的服务，它描述的是传送什么类型的信息。关于逻辑信道以及逻辑信道到传输信道的映射将在以后的章节介绍。本节着重介绍传输信道、物理信道的特性以及由传输信道到物理信道的映射。

#### 4. 2. 1 传输信道

传输信道作为物理层提供给高层的服务，通常分两类：

- 25
- 公共信道：通常此类信道上的信息是发送给所有用户或一组用户的，但是在某一时刻，该信道上的信息也可以针对单一用户，这时需要用 UE ID 进行识别。
  - 专用信道，此类信道上的信息在某一时刻只发送给单一的用户，因此 UE 是通过物理信道来识别的。

### 专用传输信道(DCH)

仅有一种专用传输信道，可用于上/下行链路作为承载网络和特定 UE 之间的用户信息或控制信息。

5

### 公共传输信道

公共传输信道有 6 类：BCH、PCH、FACH、RACH、USCH 和 DSCH 。其主要特性如下：

#### 1) 广播信道(BCH)

广播信道是下行传输信道，用于广播系统和小区的特有信息。

#### 10 2) 寻呼信道(PCH)

寻呼信道是下行传输信道，当系统不知道移动台所在的小区时，用于发送给移动台的控制信息

#### 3) 前向接入信道(FACH)

15 前向接入信道(FACH)是下行传输信道，当系统知道移动台所在的小区时，用于发送给移动台的控制信息。FACH 也可以承载一些短的用户信息数据包。

#### 4) 随机接入信道(RACH)

随机接入信道是上行传输信道，用于承载来自移动台的控制信息。RACH 也可以承载一些短的用户信息数据包。

#### 5) 上行共享信道(USCH)

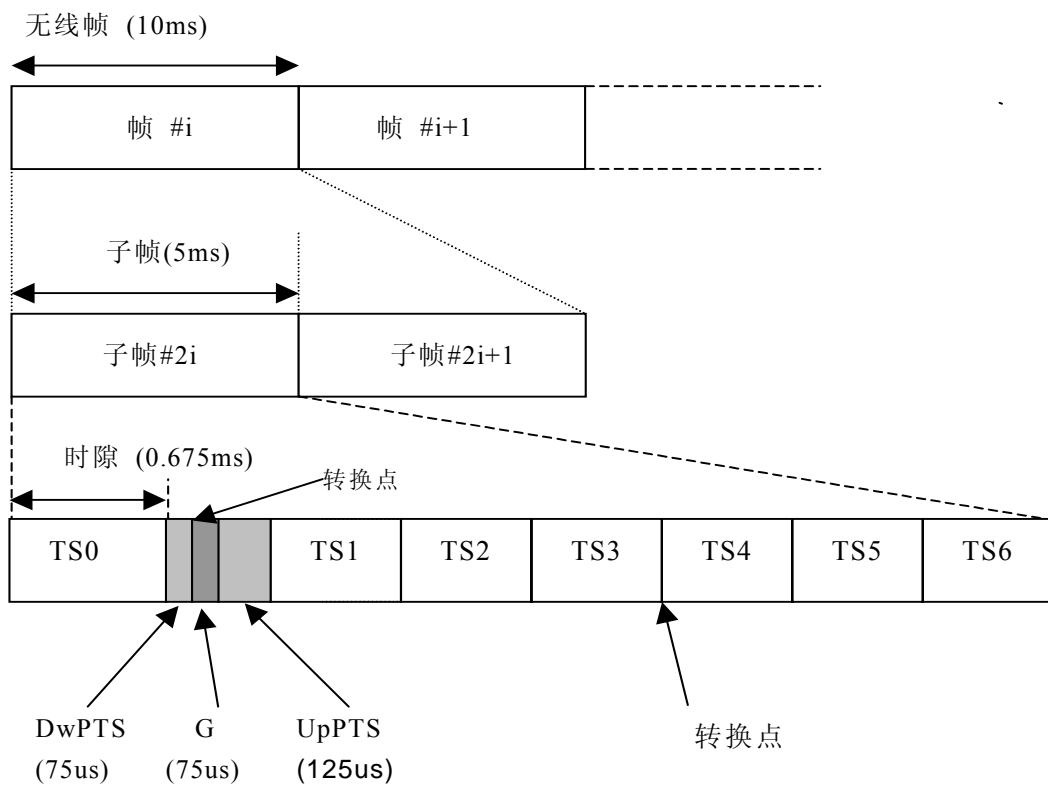
20 上行共享信道(USCH)是几个 UE 共享的上行传输信道，用于承载专用控制数据或业务数据。

#### 6) 下行共享信道(DSCH)

下行共享信道(DSCH)是几个 UE 共享的下行传输信道，用于承载专用控制数据或业务数据。

### 25 4. 2. 2 物理信道

TD-SCDMA 的物理信道采用四层结构：系统帧号、无线帧、子帧和时隙/码。时隙用于在时域和码域上区分不同用户信号，具有 TDMA 的特性。图 4.2 给出了物理信道的信号格式。



Time slot#n (n from 0 to 6): the  $n^{\text{th}}$  traffic time slot, 864 chips duration;

DwPTS: downlink pilot time slot, 96 chips duration;

UpPTS: uplink pilot time slot, 160 chips duration;

GP: main guard period for TDD operation, 96 chips duration;

图 4.2 TD-SCDMA 的物理信道信号格式

10 TDD 模式下的物理信道是将一个突发在所分配的无线帧的特定时间隙发射。无线帧的分配可以是连续的，即每一帧的相应时间隙都分配给物理信道；也可以是不连续的分配，即将部分无线帧中的相应时间隙分配给该物理信道。一个突发由数据部分、midamble 部分和保护间隔组成。突发的持续时间是一个时间隙。发射机可以同时发射几个突发，在这种情况下，几个突发的数据部分必须使用不同 OVSF 的信道码，但应使用相同的扰码。midamble 码部分必须使用同一个

基本 midamble 码，但可使用不同偏移码（midamble shift）。

突发的数据部分由信道码和扰码共同扩频。信道码是一个 OVSF 码，扩频因子可以取 1，2，4，8 或 16，物理信道的数据速率取决于使用的 OVSF 码所采用的扩频因子。

因此，物理信道是由频率、时隙、信道码和无线帧分配来定义的。小区使用的扰码和基本 midamble 是广播的，而且可以是不变的。建立一个物理信道的同时，也就给出了它的起始帧号。物理信道的持续时间可以无限长，也可以定义资源分配的持续时间。

4. 2. 2. 1 TD-SCDMA 系统的帧结构

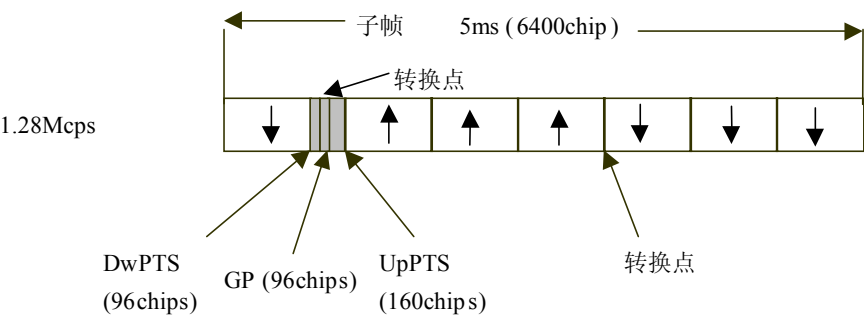


图 4.3 TD-SCDMA 子帧结构

TD-SCDMA 系统帧结构的设计考虑到对智能天线、上行同步等新技术的支持。一个 TDMA 帧长为 10ms，分成两个 5ms 子帧。这两个子帧的结构完全相同。

如图 4.3 所示，每一子帧又分成长度为 675us 的 7 个常规时隙和 3 个特殊时隙。这三个特殊时隙分别为 DwPTS(下行导频时隙)、G(保护时隙)和 UpPTS(上行导频时隙)。在 7 个常规时隙中，Ts0 总是分配给下行链路，而 Ts1 总是分配给上行链路。上行时隙和下行时隙之间由转换点分开，在 TD-SCDMA 系统中，每个 5ms 的子帧有两个转换点（UL 到 DL，和 DL 到 UL）。通过灵活的配置上下行时隙的个数，使 TD-SCDMA 适用于上下行对称及非对称的业务模式。图 4.4 分别给出了对称分配和非对称分配的例子。

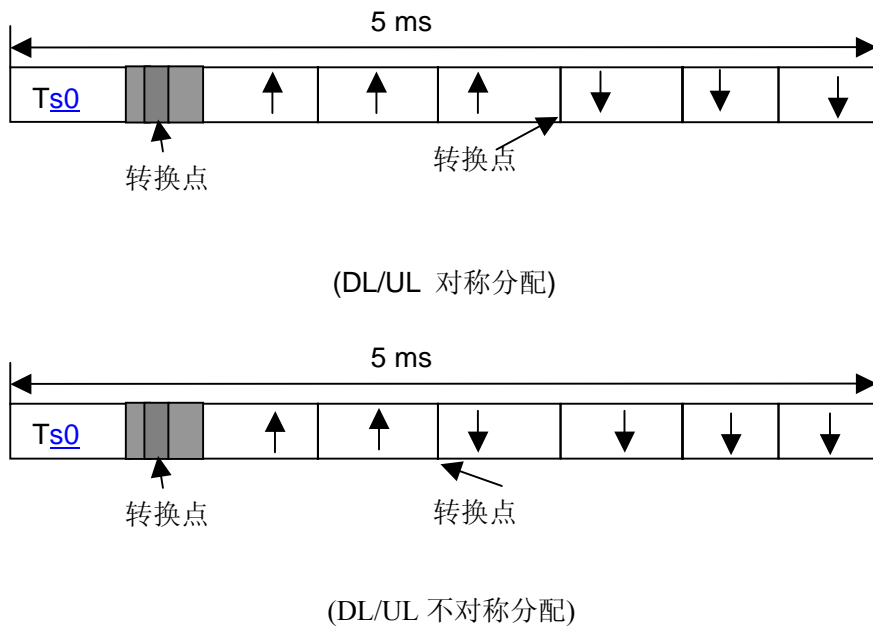


图 4.4 : TD\_SCDMA 帧结构示意图

下行导频时隙(DwPTS): 每个子帧中的 DwPTS 是作为下行导频和同步而设计的。该时隙是由长为 64chips 的 SYNC\_DL 序列和 32chips 的保护间隔组成, 其结构如图 4.5 所示。

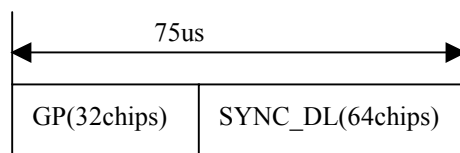


图 4.5 : DwPTS 的突发结构

SYNC\_DL 是一组 PN 码, 用于区分相邻小区, 系统中定义了 32 个码组, 每组对应一个 SYNC-DL 序列, SYNC-DL PN 码集在蜂窝网络中可以复用。有关码组的内容在后文介绍。DwPTS 的发射, 要满足覆盖整个区域的要求, 因此不采用智能天线赋形。将 DwPTS 放在单独的时隙, 一个是便于下行同步的迅速获取, 再者, 也可以减小对其他下行信号的干扰。

上行导频时隙(UpPTS): 每个子帧中的 UpPTS 是为建立上行同步而设计的, 当 UE 处于空中登记和随机接入状态时, 它将首先发射 UpPTS, 当得到网络的应答后, 发送 RACH。这个时隙由长为 128chips 的 SYNC\_UL 序列和 32chips 的保护间隔组成, 其结构如图 4.6 所示。

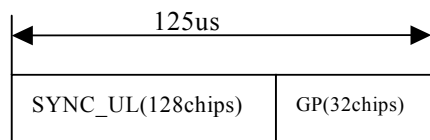


图 4.6: UpPTS 的突发结构

5

SYNC\_UL 是一组 PN 码, 用于在接入过程中区分不同的 UE。

保护时隙(GP),: 即在 Node B 侧, 由发射向接收转换的保护间隔,时长为 75us(96chips), 可用于确定基本的小区覆盖半径为 11 公里。同时, 较大的保护时隙, 可以防止上下行信号互相之间干扰, 还可以允许终端在发出上行同步信号时进行一些时间提前。

#### 10 4.2.2.2 TD-SCDMA 系统的突发 (burst) 结构

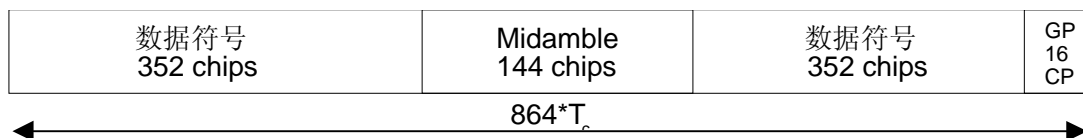


图 4.7 突发结构  
(GP 表示保护间隔, CP 表示码片长度)

15

TD-SCDMA 采用的突发格式如图 4.7 所示, 每个部分具体内容如表 4-1 所示。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 4-2 所示。

20

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)。扩频因子可取 1, 2, 4, 8, 16。

25

30



表 4-1 突发各个部分的内容

码片号 (CN)	区 域 长 度 (chip 数目)	区域长度 (符号数目)	区域长度 ( $\mu$ s)	区域内容
0-351	352	参见表 4-2.	275	数据
352-495	144	9	112.5	Midamble
496-847	352	参见 表 4-2.	275	数据
848-863	16	1	12.5	保护间隔

表 4-2. 突发中每个数据块包含的符号数

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

- 5 在 TD-SCDMA 系统中的突发结构如图 4.7 所示，它提供了传送 L1 控制信令的可能。这里提到的 L1 控制信令包括传输格式合成指示 (TFCI)，TPC, SS。L1 控制信令在相应物理信道的数据部分发送，即 L1 控制信令和数据比特具有相同的扩频操作。L1 控制信令的位置如图所示。

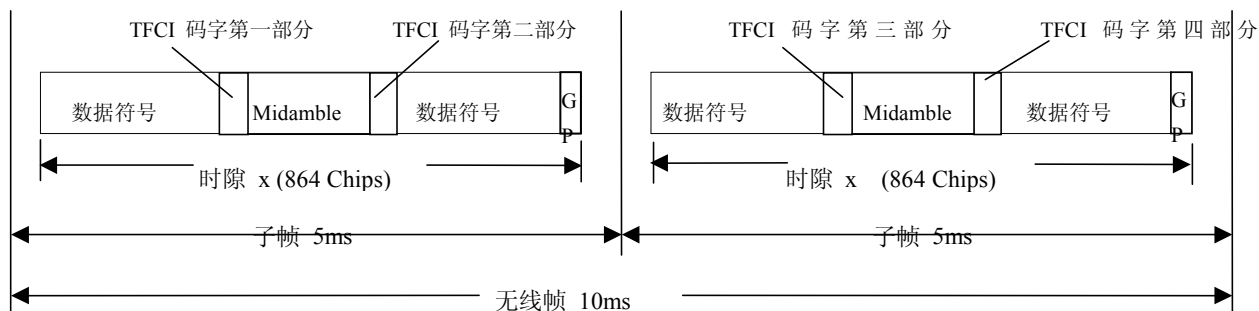


图 4.8 不发送 SS(同步偏移)和 TPC(发射功率控制)时的 TFCI 的位置

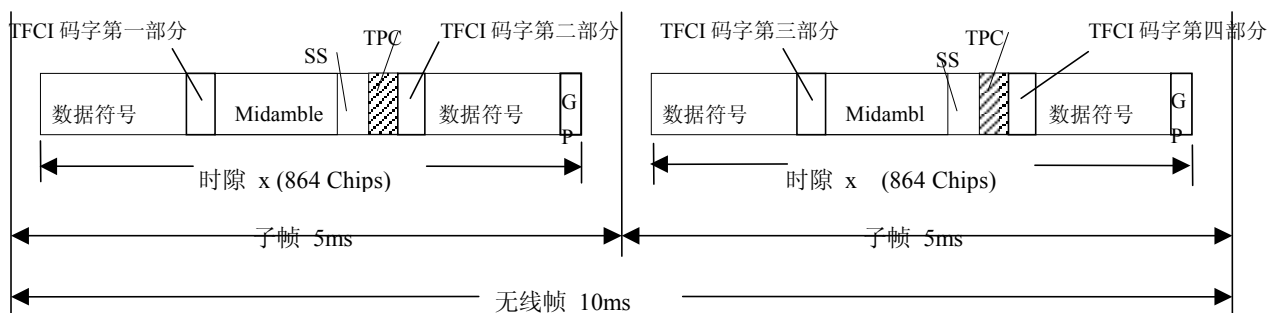


图 4.9 发送 SS(同步偏移)和 TPC(发射功率控制)时的 TFCI 的位置

5 对于每个用户，TFCI 信息将在每 10ms 无线帧里发送一次。编码后的 TFCI 符号在子帧内和数据块内都是均匀分布的。TFCI 的发送是由高层信令配置的。

对于每个用户，TPC 信息在每 5ms 子帧里发送一次，这使得 TD-SCDMA 系统可以进行快速功率控制。

10 对于每个用户，SS 信息在每 5ms 子帧里发送一次，SS 用于命令终端每 M 帧进行一次时序调整，调整步长为 $(k/8)T_c$ ，其中  $T_c$  为码片周期，M 值和 k 值由网络设置，并在小区中进行广播。上行突发中没有 SS 信息，但是 SS 位置予以保留，以备将来使用。

#### 4.2.2.3 训练序列（midamble 码）

15 突发结构中的训练序列（midamble 码），用于进行信道估计、测量，如上行同步的保持以及功率测量等。在同一小区内，同一时隙内的不同用户所采用的 midamble 码由一个基本的 midamble 码经循环移位后而产生。

TD-SCDMA 系统中，基本 midamble 码长度为 128chips，个数为 128 个，分成 32 组，每组 4 个。Midamble 的生成过程如下：

对一特定的基本 midamble 码，其二进制形式可以表示为一向量  $\mathbf{m}_p$ ：

$$\mathbf{m}_p = (m_1, m_2, \dots, m_p) \quad (4-1)$$

20 向量  $\mathbf{m}_p$  的长度为 128，即  $P=128$ 。因为采用了 QPSK 调制方式，训练序列要变换成复数形式，表示为向量  $\underline{\mathbf{m}}_p$ ：

$$\underline{\mathbf{m}}_p = (\underline{m}_1, \underline{m}_2, \dots, \underline{m}_p) \quad (4-2)$$

向量  $\underline{\mathbf{m}}_p$  的元素  $\underline{m}_i$  根据公式(4-3)由向量  $\mathbf{m}_p$  的元素  $m_i$  计算得到：

$$\underline{m}_i = (j)^i \cdot m_i \text{ for all } i = 1, \dots, P \quad (4-3)$$

可见，根据上述公式，复数形式的基本 midamble 码的元素  $\underline{m}_i$  是实、虚相间的。为得到所需要的训练序列，向量  $\underline{\mathbf{m}}_p$  周期扩展到:

$$i_{\max} = L_m + (K-1)W \quad (4-4)$$

5 在公式 (4-4)中:,  $L_m=144$ ,相应的  $K, W$  可以取为

$$K=2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16,$$

$$W = \left\lfloor \frac{P}{K} \right\rfloor, P=128$$

注:  $\lfloor x \rfloor$  表示小于等于  $x$  的最大整数。

10 所以可以得到一新的向量  $\underline{\mathbf{m}}$  :

$$\underline{\mathbf{m}} = (\underline{m}_1, \underline{m}_2, \dots, \underline{m}_{i_{\max}}) = (\underline{m}_1, \underline{m}_2, \dots, \underline{m}_{L_m + (K-1)W}) \quad (4-5)$$

向量  $\underline{\mathbf{m}}$  的前  $P$  个元素与向量  $\underline{\mathbf{m}}_p$  相同，其余的元素按下式重复:

$$\underline{m}_i = \underline{m}_{i-P} \text{ for the subset } i = (P+1), \dots, i_{\max} \quad (4-6)$$

对于用户  $k$ ,其训练序列  $\underline{\mathbf{m}}^{(k)}$  序列长  $L_m$ , 可以根据向量  $\underline{\mathbf{m}}$  得到，可以表示为用户特定的向量:

$$\underline{\mathbf{m}}^{(k)} = (\underline{m}_1^{(k)}, \underline{m}_2^{(k)}, \dots, \underline{m}_{L_m}^{(k)}) \quad (4-7)$$

用户  $k$  ( $k = 1, \dots, K$ )的  $L_m$  个向量元素  $\underline{m}_i^{(k)}$  根据下式生成: :

$$\underline{m}_i^{(k)} = \underline{m}_{i+(K-k)W} \text{ with } i = 1, \dots, L_m \text{ and } k = 1, \dots, K \quad (4-8)$$

根据公式 4-7 和 4-8 生成的 midamble 序列是复值，它不再经过扩频和加扰的处理。

#### 4.2.2.4 物理信道

物理信道分为专用物理信道和公共物理信道两大类。

专用物理信道(DPCH): DCH 映射到专用物理信道 DPCH。专用物理信道采用前面介绍的突发结构, 由于支持上下行数据传输, 下行通常采用智能天线进行波束赋形。

5 以下介绍公共物理信道。公共物理信道也分为以下几种:

\* 主公共控制物理信道(P-CCPCH)。传输信道 BCH 在物理层映射到 P-CCPCH。在 TD-SCDMA 中, P-CCPCHs 的位置(时隙/码)是固定的(Ts0)。P-CCPCHs 采用固定扩频因子 SF=16, 总是采用 TS#0 的信道化码  $C_{Q=16}^{(k=1)}$  和  $C_{Q=16}^{(k=2)}$ 。P-CCPCH 需要覆盖整个区域, 不进行波束赋形。

10 P-CCPCH 不支持 TFCI。在时隙 0 (TS#0), 训练序列  $m^{(1)}$  和  $m^{(2)}$  预留给 P-CCPCH 以支持空码传输分集 (Space Code Transmit Diversity (SCTD)和信标功能。训练序列的具体使用依赖于 P-CCPCH 是否采用 SCTD 分集方式:

如果 P-CCPCH 没有采用 SCTD 天线分集,  $m^{(1)}$  使用,  $m^{(2)}$  保留未用。

如果 P-CCPCH 采用 SCTD 天线分集, 天线 1 使用  $m^{(1)}$ , 天线 2 使用  $m^{(2)}$ 。

15 \* 辅助公共控制物理信道(S-CCPCH)。PCH 和 FACH 可以映射到一个或多个辅助公共控制物理信道(S-CCPCH), 这种方法使 PCH 和 FACH 的数量可以满足不同的需要。S-CCPCHs 采用固定扩频因子 SF=16, S-CCPCH 的配置即所使用的码和时隙在小区系统信息中广播。S-CCPCHs 可以支持采用 TFCI。

20 \* 物理随机接入信道(PRACH)。RACH 映射到一个或多个物理随机接入信道, 可以根据运营者的需要, 灵活确定 RACH 容量。PRACH 可以采用扩频因子 SF=16, SF=8 或 SF=4。其配置(使用的时隙和码道)通过小区系统信息广播。

25 \* 快速物理接入信道 Fast Physical Access CHannel (FPACH)。这个物理信道是 TD-SCDMA 系统所独有的, 它作为对 UE 发出的 UpPTS 信号的应答, 用于支持建立上行同步。NodeB 使用 FPACH 传送对检测到的 UE 的上行同步信号的应答。FPACH 上的内容包括定时调整、功率调整等, 是一单 burst 信息。FPACH 使用扩频因子 SF=16, 其配置(使用的时隙和码道)通过小区系统信息广播。FPACH 突发携带的信息为 32bits, 其具体内容见表 4-3。

表4-3 FPACH 信息比特描述

信息项	长度 (比特)
上行导频码参考编号	3 (高位)
相对子帧号	2
UpPCH 的接收起始位置(UpPCH <sub>POS</sub> )	11
RACH 消息发送功率电平命令	7
保留位 (缺省值: 0)	9 (低位)

30 \* 物理上行共享信道(PUSCH)。USCH 映射到物理上行共享信道。PUSCH 支持传送 TFCI

信息。UE 使用 PUSCH 进行发送是由高层信令选择的。

\* 物理下行共享信道(PDSCH)。DSCH 映射到物理下行共享信道 (PDSCH)，PDSCH 支持传送 TFCI 信息。对于用户在 DSCH 上有需要解码的数据可以用三种方法来指示：

- 1) 使用相关信道或 PDSCH 上的 TFCI 信息；
- 2) 使用在 DSCH 上的用户特有的 midamble 码，它可从该小区所用的 midamble 码集中导出来；
- 3) 使用高层信令。

当使用基于 midamble 的方法时，将使用 UE 特定的 midamble 分配方案。当 PDSCH 使用网络分配给 UE 的 midamble 时，则用户将对 PDSCH 进行解码。

\* 寻呼指示信道 (PICH)。寻呼指示信道用来承载寻呼指示信息。PICH 的扩频因子为 16，图 4.10 详细给出了 PICH 的结构，其中  $N_{PIB}=352$ 。PICH 的配置在小区系统信息中广播。

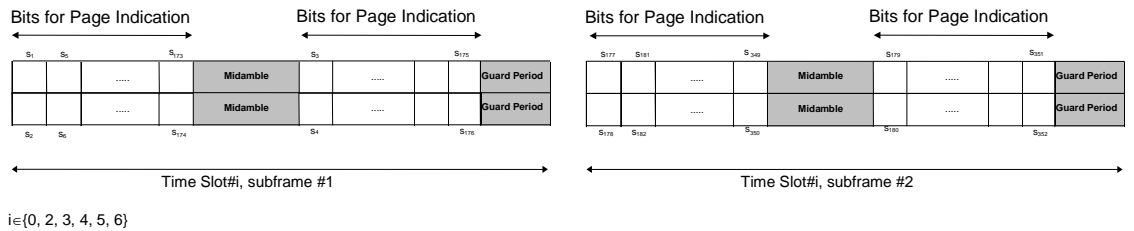


图 4.10: PICH 突发的比特传送

每一帧中，寻呼指示  $P_q$  ( $q = 0, \dots, N_{PI}-1, P_q \in \{0, 1\}$ )映射到子帧 1 或子帧 2 的 bit 位置为  $\{S_{2L_{PI} \cdot q+1}, \dots, S_{2L_{PI} \cdot (q+1)}\}$ 。

寻呼指示的长度可以为  $L_{PI}=2, 4$  或 8 个符号，其长度  $L_{PI}$  由高层指定。每帧中传送的寻呼指示个数  $N_{PI}$ ，由寻呼指示长度决定，见表 4-4。

表 4-4 不同寻呼指示长度  $L_{PI}$  时每一 Radio frame 中寻呼指示的个数  $N_{PI}$

	$L_{PI}=2$	$L_{PI}=4$	$L_{PI}=8$
每帧中 $N_{PI}$ 个数	88	44	22

如图 4.11 所示， $N_{PICH}$  个连续帧的寻呼指示组成了一个 PICH 块。 $N_{PICH}$  由高层配置，因此，在每个 PICH 块中，寻呼指示的个数为  $N_P=N_{PICH} \cdot N_{PI}$ 。

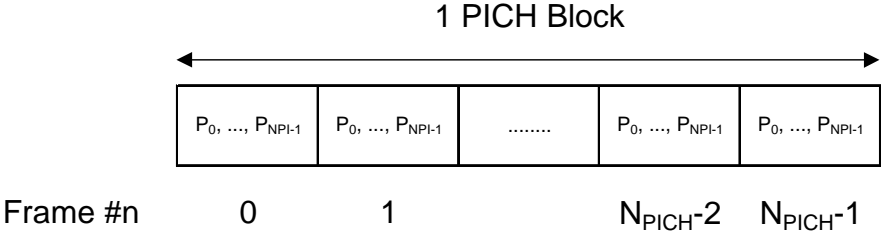


图 4.11: PICH 块结构

由高层算出的用于某一 UE 的 PI (PI=0, 1....N<sub>P</sub>-1) 值, 与一个 PICH 块的第 n 帧中的寻呼指示 P<sub>q</sub> 关联, q, n 由下面的关系式确定:

$$q = PI \bmod N_{PI}$$

5       $n = PI \div N_{PI}。$

在 Iub PCH 数据帧中的 PI 比特图包括了高层所有可能的 PI 指示值。比特图中的每一比特指示了与特定的 PI 关联的寻呼指示 P<sub>q</sub> 是被置为 0, 还是置为 1。因此, NodeB 进行上述计算过程, 以建立 PI 和 P<sub>q</sub> 之间的关系。

#### 4. 2. 2. 5 物理信道的信标特性

10      因为测量的原因, 在一些特定位置 (时隙, 码) 的物理信道具有一些特定的特性, 称之为信标特性。具有信标特性的物理信道称为信标信道。信标信道的位置称为信标位置。信标信道具有信标功能, 如以一参考功率发送, 则在每一子帧会规律出现等等。

在 TD-SCDMA 中, 信标位置为: 时隙 0 (TS#0) 的码  $c_{Q=16}^{(k=1)}$  和  $c_{Q=16}^{(k=2)}$ 。

信标特性为:

15      以参考功率发送;

不采用波束赋形;

在该时隙中, 专用训练序列为  $m^{(1)}$  和  $m^{(2)}$ 。

对于参考功率的分配和训练序列的使用, 将根据是否采用分集发射而有两种情况:

20      1) 如果 P-CCPCH 没有使用天线分集, 信标信道使用  $m(1)$  以参考功率发送。

2) 如果 P-CCPCH 采用 SCTD 天线分集, 对任意信标信道, 训练序列  $m(1)$  和  $m(2)$  各分配到参考功率的一半。天线 1 使用训练序列  $m(1)$ , 分集天线使用训练序列  $m(2)$ 。P-CCPCH 采用 SCTD 分集。对于其他的信标信道, 在两个天线上发送相同的扩频数据序列。

#### 25      4. 2. 2. 6 物理信道训练序列的分配

突发结构中的训练序列 (midamble 码), 用于进行信道估计、测量, 如上行同步的保持以及功率测量等。在同一小区内, 同一时隙内的不同用户所采用的 midamble 码由一个基本的 midamble 码经循环移位后而产生。训练序列是物理信道配置的一部分, 其分配有三种不同方案:

- UE 特定的训练序列分配: 用于上行或下行, 高层明确分配 UE 特定的训练序列。

30      - 缺省训练序列分配方案: 用于上行或下行, 由物理层根据使用的信道化码分配使用的训练序列。

- 公共训练序列分配方案：用于下行，由物理层根据该下行时隙当前使用的信道化码的个数分配训练序列。
- 如果高层没有明确的分配训练序列，而且也没有指示使用公共训练序列分配方案，则物理层根据缺省训练序列分配方案进行分配。缺省训练序列分配方案由训练序列和信道化码固定的对应关系给出。这种对应关系与最大可用的训练序列的个数有关。

### 4. 2. 3 传输信道到物理信道的映射关系

传输信道到物理信道的映射方式，如表 4-5 所示。

表 4-5 传输信道到物理信道的映射

传输信道	物理信道
DCH	专用物理信道 (DPCH)
BCH	基本公共控制物理信道 (P-CCPCH)
PCH	辅助公共控制物理信道 (S-CCPCH)
FACH	辅助公共控制物理信道 (S-CCPCH)
RACH	物理随机接入信道 (PRACH)
USCH	物理上行共享信道 (PUSCH)
DSCH	物理下行共享信道 (PDSCH)
	下行导频信道 (DwPCH)
	上行导频信道 (UpPCH)
	寻呼指示信道 (PICH)
	快速物理接入信道 FPACH

- 10 值得注意的是 DwPCH、UpPTCH、PICH、FPACH 几个物理信道，没有与其对应的传输信道。

## 4.3 信道编码和复用

为了保证数据在无线链路上的可靠传输，物理层需要对来自 MAC 和高层的数据流进行编码/复用后发送。同时，物理层对接收自无线链路上的数据需要进行解码/解复用后，再传送给 MAC 和高层。

- 5        本节所述的信道编码方案包括差错检测、差错纠正（包括速率匹配）、交织和传输信道到物理信道的映射几部分。

### 4.3.1 概述

下图给出了 TD-SCDMA 系统中传输信道编码及复用的整体概念。到达编码/复用单元的数据以传送块集的形式，在每个传送时间间隔（TTI）传输一次。传输时间间隔从集合 {5ms, 10 ms, 20 ms, 40 ms, 80 ms} 中取值（5ms 的 TTI 可应用于 RACH）。

编码/复用的步骤如下：

- 给每个传送块加 CRC
- 传送块级联/码块分段
- 15    - 信道编码
- 无线帧尺寸均衡
- 交织(分两步)
- 无线帧分段
- 速率匹配
- 20    - 传输信道的复用
- bit 加扰
- 物理信道的分段
- 子帧分段

到物理信道的映射。

25        用于上行链路和下行链路的编码/复用步骤如图 4.12 所示。

由编码和复用模块输出的单个数据流用编码复合传输信道(CCTrCH)表示，一个 CCTrCH 可以映射到一个或多个物理信道。而对于一个物理信道而言，其数据 bit 只能来自于同一个 CCTrCH。



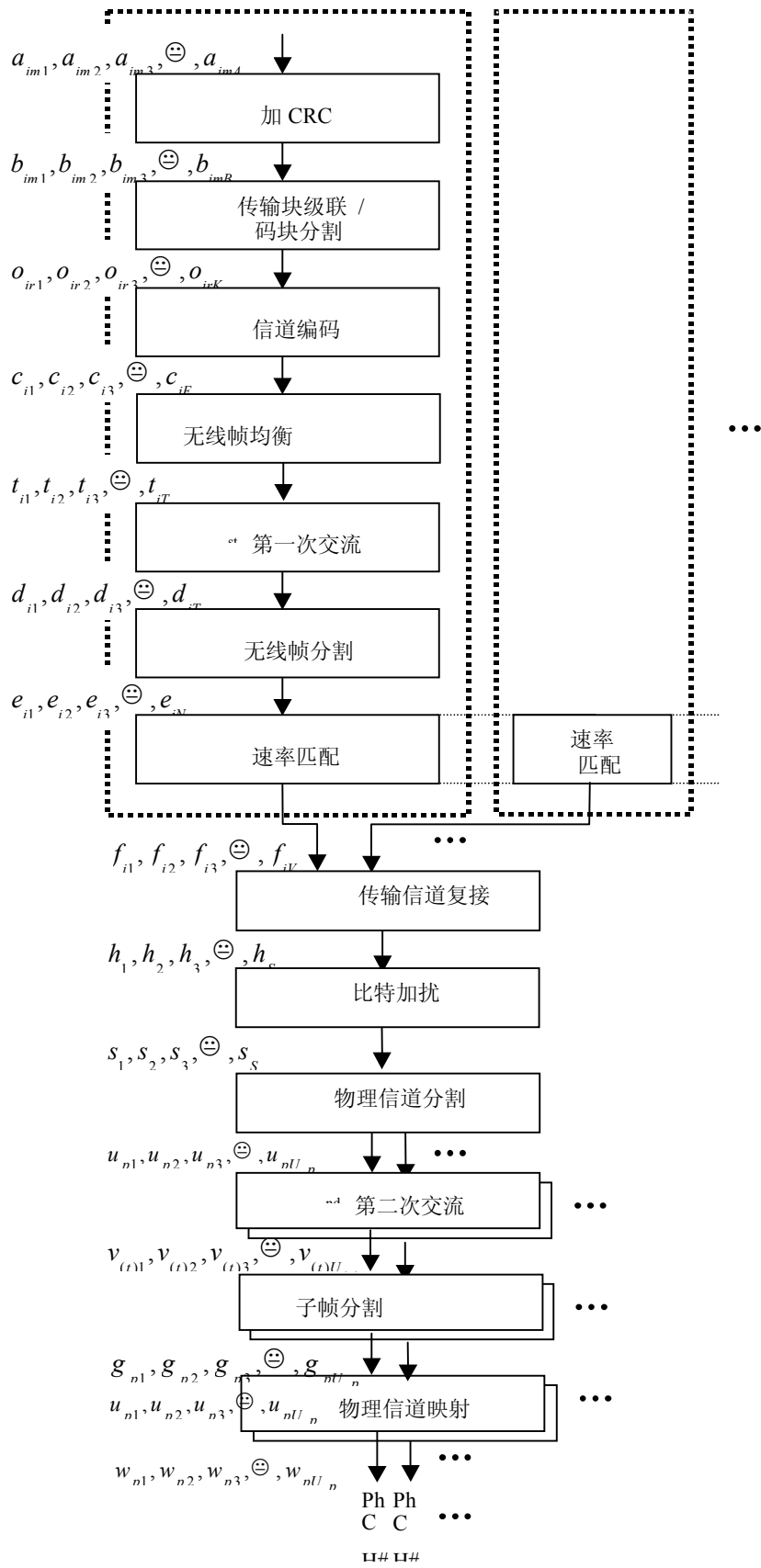


图 4.12 用于上行及下行链路的传输信道编码/复用结构。

一般来说，传输信道可按上述方法进行复用，即一个数据流映射到一个或多个物理信道。但是，也可以同时使用多个 CCTrCHs（编码复合传输信道），它们对应有几个并行如图 4.12 所示的复用链，因而就有几个数据流，每一个这样的数据流都可映射到一个或多个物理信道。

4. 3. 2 信道编码和复用

根据图 4.12，可将传输信道编码复用及映射到物理信道的过程简述如下：

\* 差错检测

差错检测功能是通过传送块上的循环冗余校验来实现的。CRC 长度为 24,16,12,8 或 0 比特，每个传输信道使用的 CRC 长度由高层信令给出。每个传送块的 CRC 校验比特由整个传送块计算得到的。

\* 传送块的级联和码块分段

在一个传输时间间隔（TTI）内的所有传送块都是顺序级联起来的。如果在一个 TTI 中的比特数大于码块的最大尺寸，那么，传送块级联后将进行码块分段。码块的最大尺寸将取决于 TrCH 采用的编码方式。其具体尺寸为：

卷积编码:  $Z = 504$ ;

turbo 编码:  $Z = 5114$ ;

无编码:  $Z = unlimited$ 。

\* 信道编码

传输信道可采用下列编码方式：

— 卷积编码，约束长度为 9，编码速率为 1/2，1/3。

— Turbo 编码

— 无编码

其详细参数如下表所示。

表4-6 纠错编码参数

传输信道类型	编码方式	编码率
BCH	卷积编码	1/3
PCH RACH	卷积编码	1/3, 1/2
DCH, DSCH, FACH, USCH		1/2
	Turbo 编码	1/3
	无编码	

\* 无线帧尺寸均衡和分段

如果传输时间间隔大于 10ms，那么输入比特序列将分段并映射到连续的无线帧上。无线

帧尺寸均衡的作用是保证输入比特序列可以平均分配到相应的无线帧上,具体是通过对输入比特序列进行填充得以实现的。

\* 交织

- 5 交织的作用是克服突发性的错误。如前所述,交织过程有两步,第一次交织在无线帧分段前,是对无线帧尺寸均衡后的数据流进行的。第二次交织在物理帧分割后进行,一般有两种方案:基于帧和基于时隙的。前者是对 CCTrCH 映射的无线帧上的所有数据 bit 进行的,后者则对映射到每一时隙的数据 bit 进行。具体采用哪种方案由高层指示。

10 \* 速率匹配

- 速率匹配的作用是确保在 TrCH 复用后总的比特率与所分配的专用物理信道的总比特率是相同的。传输信道中的比特数在不同的传送时间间隔内可能会发生变化,当在不同的传送时间间隔内所传输的比特数改变时,比特将被重发或打孔,以确保在 TrCH 复用后总的比特率与所分配的专用物理信道的总比特率是相同的。高层给每一个传输信道配置一个速率匹配特性,这个特性是半静态,并且只能通过高层信令来改变。速率匹配特性用于计算重发或打孔的比特数量。

\* TrCH 复用,每 10 ms,来自每个 TrCH 的无线帧被送到 TrCH 复用模块中,这些无线帧

被连续地复用到一个编码合成传输信道 (CCTrCH)中。 \* 物理信道的分段和子帧分段

- 20 当使用一个以上的物理信道时,物理信道分段模块将比特分配到不同的 PhCHs 中。TD-SCDMA 系统中,经过第二交织后的数据平均分配到两个 5ms 的子帧上,即子帧分段。速率匹配保证比特流数目是一个偶数,且能分成两个子帧。

\* 物理信道映射

子帧分段单元输出的比特流被映射到该子帧时隙的码道上。

#### 4. 3. 3 不同传输信道到一个 CCTrCH 的复用及一个 CCTrCH 对物理信道的映射

- 25 不同传输信道编码和复用到一个 CCTrCH 应符合下列规则:

- 1) 复用到一个 CCTrCH 上的传输信道要有协同的时间,以使来自高层的传输块(其属于不同的传输信道或不同的传输时间间隔)可以按照图 4. 13 所示的安排发送时刻;
- 2) 不同的 CCTrCH 不能映射到相同的物理信道;
- 3) 一个 CCTrCH 可以映射到一个或多个物理信道;
- 30 4) 专用传输信道和公共传输信道不能复用到同一 CCTrCH;
- 5) 对于公共传输信道,只有 FACH 和 PCH 可处于同一 CCTrCH;

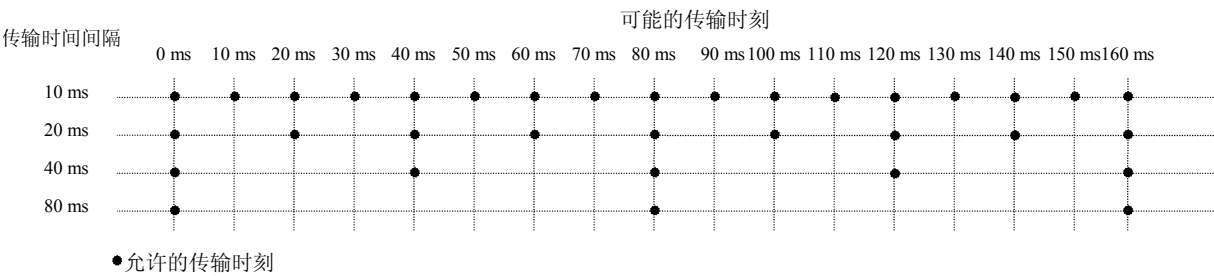
- 6) 每个承载一个 BCH 的 CCTrCH, 只能承载一个 BCH, 不能再承载别的传输信道;
- 7) 每个承载一个 RACH 的 CCTrCH, 只能承载一个 RACH, 不能再承载别的传输信道;

因此, 有两钟类型的 CCTrCH, 即:

- (1) 专用 CCTrCH: 对应于一个或多个 DCH 的编码和复用结果;
- 5 (2) 公共 CCTrCH: 对应于一个公共信道的编码和复用结果。这些公共信道分别包括上行链路的 RACH 和 USCH 信道, 及下行链路的 DSCH、BCH、FACH 和 PCH 信道。

对于包含下列传输信道的 CCTrCH, 可能传送 TFCI 信息:

- 专用类型;
- USCH 类型;
- 10 - DSCH 类型;
- FACH 和/或 PCH 类型.



15 图 4.13 CCTrCH 可能的传输时间间隔

UE 允许支持的 CCTrCH 组合, 即可以同时支持的 CCTrCH 为:

#### 上行链路

- 1) 几个专用类型的 CCTrCH;
- 20 2) 几个共用类型的 CCTrCH。

#### 下行链路

- 3) 几个专用类型的 CCTrCH;
- 4) 几个共用类型的 CCTrCH。

4.3.4 物理层控制信息的编码

\* 传送格式检测

接收方为了准确解码，必须通过传输格式检测获得发送方传输格式的参数。传输格式检测可以在有/或没有传输格式组合指示 (TFCI)的情况下进行。如果有 TFCI 发送，则接收机从 TFCI 中检测传送格式组合。如没有 TFCI 发送时，则使用所谓的盲传送格式检测，即接收机利用可能的传输格式组合作为先验信息，或者在建立连接时由高层信令告知接收机所使用的传输格式。

\* 传输格式组合指示(TFCI)的编码

TFCI 比特数是可变的，它是在呼叫开始时，通过高层信令来设置的。对 TFCI 比特的编码取决于它们本身的数量和所采用的调制方式。当使用 QPSK 调制时，如果 TFCI 有 6-10 个比特，则采用二阶 R-M 码的 (32, 10) 信道编码方式。

如果 TFCI 的比特为 1 或 2 时，则将采用重复的方式对 TFCI 进行编码。在这种情况下，将每个比特重复 4 次。如果是单比特的 TFCI，得到 4 比特的 TFCI ( $N_{TFCI}=4$ )。而如果是双比特的 TFCI，则得到 8 比特的 TFCI ( $N_{TFCI}=8$ )。

如果 TFCI 的比特位为 3-5 位，则采用 (16, 5) 的双正交码 (或第一阶 R-M 码) 对 TFCI 比特进行编码。

\* TFCI 字的映射

用  $N_{TFC}$  表示 TFCI 的比特数，用  $b_k$  表示它的比特位， $k=0, 1 \dots N_{TFC}-1$ 。在一个时隙中，TFCI 字到 TFCI 比特位的映射如下：

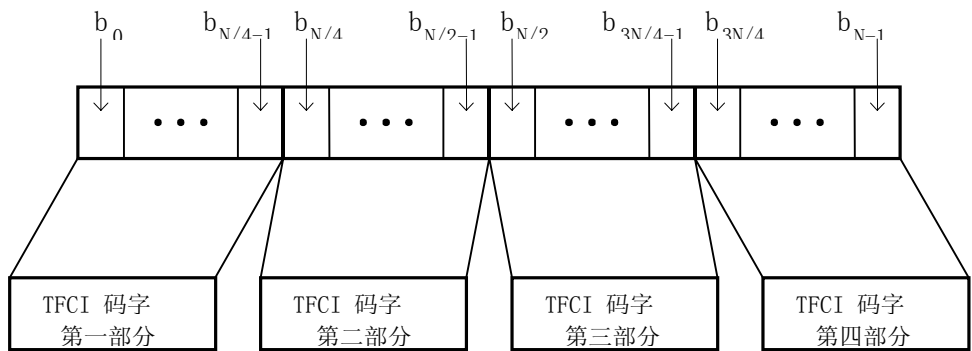


图 4.14 TFCI 字比特到 TD-SCDMA 时隙的映射 ( $N=N_{TFCI}$ )

\* FPACH 信息 bit 编码

FPACH 突发包含 32 个信息 bit,它们的编码过程如下：

1. 长度为8 bit 的CRC 校验位

2. 约束长度为9，编码速率为1/2的卷积码，编码后的数据为96bit.
3. 速率匹配后的输出为88比特，打孔8比特，
4. 88比特的交织。

#### 4.3.5 业务复用示例

- 5 前面关于编码和复用的描述比较抽象，为了便于大家对上述编码及业务复用的过程的理解，这里以示例说明：

先看一下广播信道 BCH，表 4-7 给出了 BCH 相关参数。

4-7 BCH 参数

传输块大小	246 bit
CRC	16 bit
编码方案	CC, 编码速率 = 1/3
TTI	20 ms
时隙和码道	SF = 16 x 2 码 x 1 时隙
TFCI	0 bit
TPC	0 bit

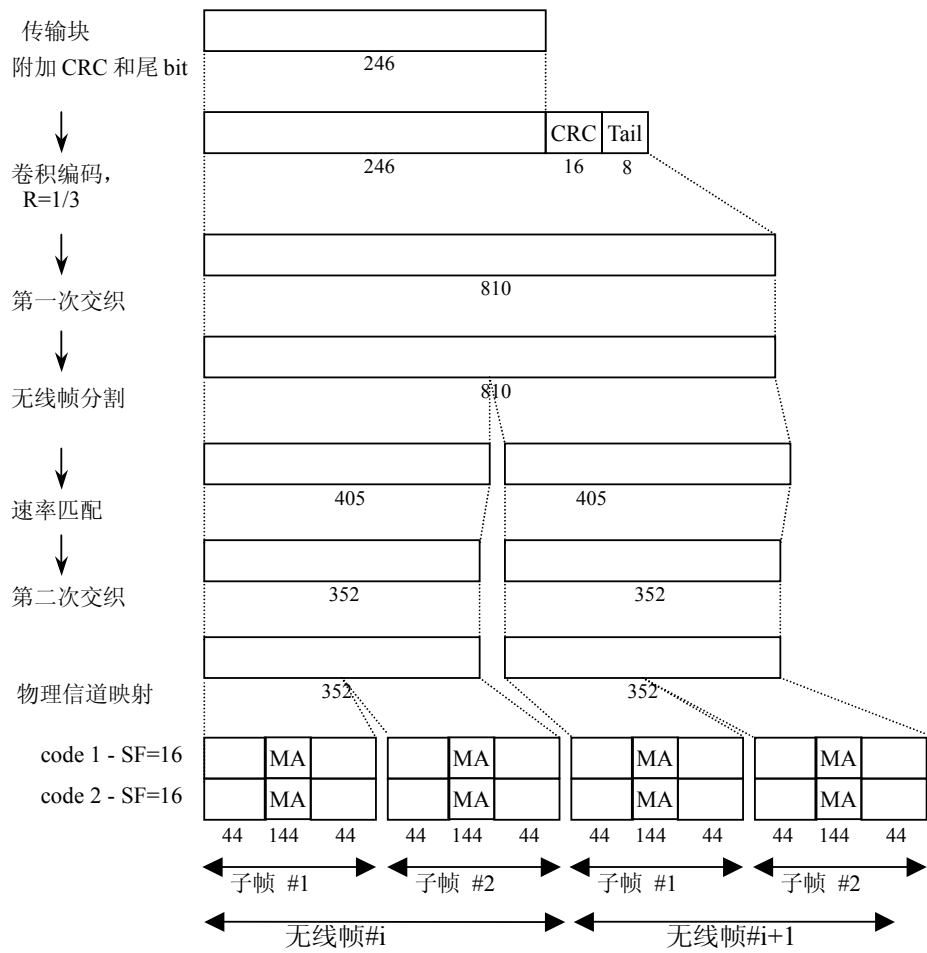


图 4.15 广播信道的编码示例

图 4.15 给出了 TD-SCDMA 系统中广播信道上的数据块经过 CRC 校验、卷积编码、交织等过程，最后映射到物理信道的过程。

图 4.16 以 12.2Kbps 话音业务和 3.4Kbps 的随路信令复用为例说明了业务复用的过程。下面三个表格分别给出了 3.4kbps 信令和 12.2Kbps 话音的参数示例。

#### 4-8 3.4 kbps 参数示例

传输块大小	148 bits
传输块集大小	148*B bits (B=0, 1)
CRC	16 bits
编码	CC, 编码速率 = 1/3
TTI	40 ms

#### 4-9 12.2 kbps 参数示例

传输信道TrChs个数	3	
传输块大小	TrCH#a	0, 39 or 81bits
	TrCH#b	103 bits
	TrCH#c	60 bits
TFCS	#1	$N_{TrCHa}=1*81, N_{TrCHb}=1*103, N_{TrCHc}=1*60$ bits
	#2	$N_{TrCHa}=1*39, N_{TrCHb}=0*103, N_{TrCHc}=0*60$ bits
	#3	$N_{TrCHa}=1*0, N_{TrCHb}=0*103, N_{TrCHc}=0*60$ bits
CRC	12 bits (只在 TrCH#a附加)	
CRC parity bit attachment for 0 bit transport block	只在TrCH#a附加	
编码	CC, 编码速率 = 1/3 for TrCH#a, b 编码速率 = 1/2 for TrCH#c	
TTI	20 ms	

#### 4-10 12.2 kbps 话音and 3.4 kbps 信令复用使得物理信道参数

时隙和码道	SF16 x 2 码 x 1 时隙
TFI	16 bit
TPC + SS	2 bit + 2bit



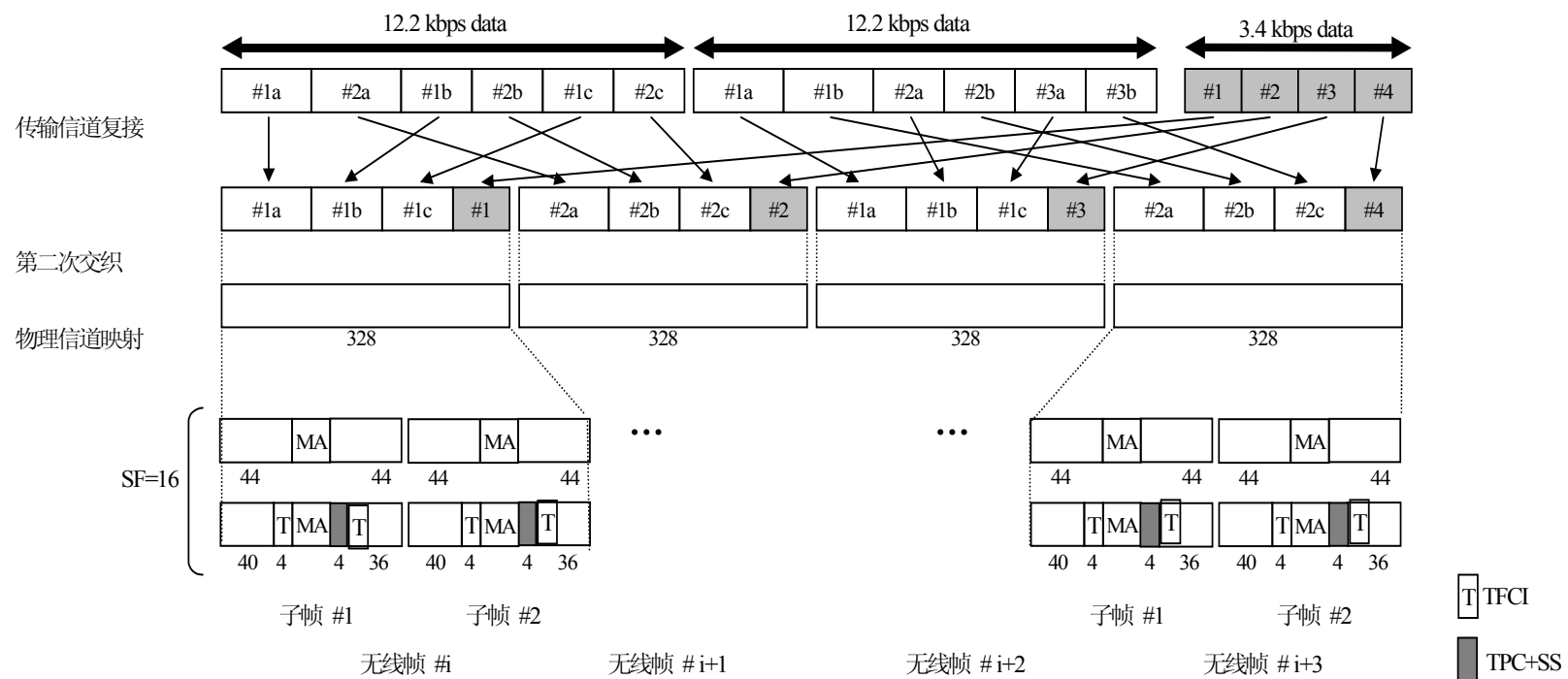


图 4.16 12.2 kbps 语音 and 3.4 kbps 信令复用示例

## 4.4 扩频与调制

在 TD-SCDMA 中，经过物理信道映射后的数据流还要进行数据调制和扩频调制。数据调制可以采用 QPSK 或者 8PSK 的方式，即将连续的两个比特（QPSK）或者连续的 3 个比特（8PSK）映射为一个符号，数据调制后的复数符号再进行扩频调制。TD-SCDMA 扩频后的码片速率为 1.28 Mchip/s，扩频因子的范围 1~16，调制符号的速率为 80.0K 符号/秒~1.28M 符号/秒。下面将详细介绍数据调制和扩频调制的有关内容。

### 4.4.1 数据调制

在 TD-SCDMA 系统中采用的数据调制技术是 QPSK，对于 2M bit/s 的业务，将使用 8PSK 调制方式。

在讲符号映射前，先介绍一下符号速率  $F_s^{(k)}$  的定义，符号速率与使用的扩频因子和码片速率相关，根据扩频的定义，符号的持续时间

$$T_s^{(k)} = Q_k \times T_c \quad (4-9)$$

其中  $T_c = \frac{1}{\text{chiprate}} = 0.78125 \mu\text{s}$ ，为码片速率的倒数， $Q_k$  为扩频因子

则符号速率  $F_s^{(k)} = 1/T_s^{(k)} = \text{chiprate}/Q_k$ 。

如前所述，每个突发中有两个数据块的部分，用来承载数据，即：

$$\underline{\mathbf{d}}^{(k,i)} = (\underline{d}_1^{(k,i)}, \underline{d}_2^{(k,i)}, \dots, \underline{d}_{N_k}^{(k,i)})^T \quad i=1,2; k=1,\dots,K. \quad (4-10)$$

其中  $N_k$  为第  $k$  个用户每个数据块包含的符号数，其值与扩频因子  $Q_k$  有关。

数据块  $\underline{\mathbf{d}}^{(k,1)}$  在 midamble 之前发送， $\underline{\mathbf{d}}^{(k,2)}$  在 midamble 之后发送。 $N_k$  个数据符号中的每一个  $\underline{d}_n^{(k,i)}$  的持续时间为  $T_s^{(k)} = Q_k \cdot T_c$ 。

对 QPSK，从两个经过编码和交织后的数据比特中产生数据符号  $\underline{d}_n^{(k,i)}$ ：

$$b_{l,n}^{(k,i)} \in \{0,1\} \quad l=1,2; k=1,K; n=1,K,N_k; i=1,2$$

然后利用下面表 4-11 的映射关系映射到复数符号。

表 4-11 对于 QPSK 调制方式连续二进制比特与复数符号之间的映射关系

连续二进制比特	复数符号
$b_{l,n}^{(k,i)} b_{2n}^{(k,i)}$	$\underline{d}_n^{(k,i)}$
00	+j
01	+1
10	-1
11	-j

这种映射关系对应于经过编码交织之后的数据比特  $b_{l,n}^{(k,i)}$  的 QPSK 调制。

对 8PSK 的情况，三个连续的比特位映射为一个复值数据符号。每一个用户突发都有两个数据部分，定义的数据块为：

$$\underline{\mathbf{d}}^{(k,i)} = (\underline{d}_1^{(k,i)}, \underline{d}_2^{(k,i)}, \dots, \underline{d}_{N_k}^{(k,i)})^T \quad i=1, 2; k=1, \dots, K. \quad (4-11)$$

$N_k$  是用户  $k$  的每个数据域的符号数。它与扩频因子  $Q_k$  有关。

数据块  $\underline{\mathbf{d}}^{(k,1)}$  和  $\underline{\mathbf{d}}^{(k,2)}$  在 midamble 的前后发送。上式中的每一个  $N_k$  数据符号  $\underline{d}_n^{(k,i)}$ ； $i=1, 2$ ； $k=1, \dots, K$ ； $n=1, \dots, N_k$ ；都按已经给出的符号  $T_s^{(k)} = Q_k T_c$ 。

采用的数据调制是 8PSK，这样数据符号  $\underline{d}_n^{(k,i)}$  将由三个连续物理信道映射后的输出数据比特组成。

交织和编码后的数据比特  $b_{l,n}^{(k,i)}$  的 8PSK 调制的映射表如表 4-12。

表 4-12 对于 8PSK 调制方式连续二进制比特与复数符号之间的映射关系

连续二进制比特	复数符号
$b_{l,n}^{(k,i)} b_{2n}^{(k,i)} b_{3n}^{(k,i)}$	$\underline{d}_n^{(k,i)}$
000	$\cos(11\pi/8) + j\sin(11\pi/8)$
001	$\cos(9\pi/8) + j\sin(9\pi/8)$
010	$\cos(5\pi/8) + j\sin(5\pi/8)$
011	$\cos(7\pi/8) + j\sin(7\pi/8)$
100	$\cos(13\pi/8) + j\sin(13\pi/8)$
101	$\cos(15\pi/8) + j\sin(15\pi/8)$
110	$\cos(3\pi/8) + j\sin(3\pi/8)$
111	$\cos(\pi/8) + j\sin(\pi/8)$

#### 4.4.2 扩频调制

因为 TD-SCDMA 与其它 3G 一样，均采用宽带 CDMA 的多址接入技术，所以扩频是其物理层很重要的一个步骤。扩频操作位于调制之后和脉冲成形之前。扩频调制主要分为扩频和加扰（Scrambling）两步。首先用扩频码对数据信号扩频，其扩频系数在 1 至 16 之间。第二步操作是加扰码，将扰码加到扩频后的信号中。

4.4.2.1 扩频码

TD-SCDMA 所采用的扩频码是一种正交可变扩频因子（OVSF）码，这可以保证在同一个时隙上不同扩频因子的扩频码是正交的。扩频码的作用是用来区分同一时隙中的不同用户。

OVSF 码的定义可以采用码树的方式来定义，如图 4.17 所示。

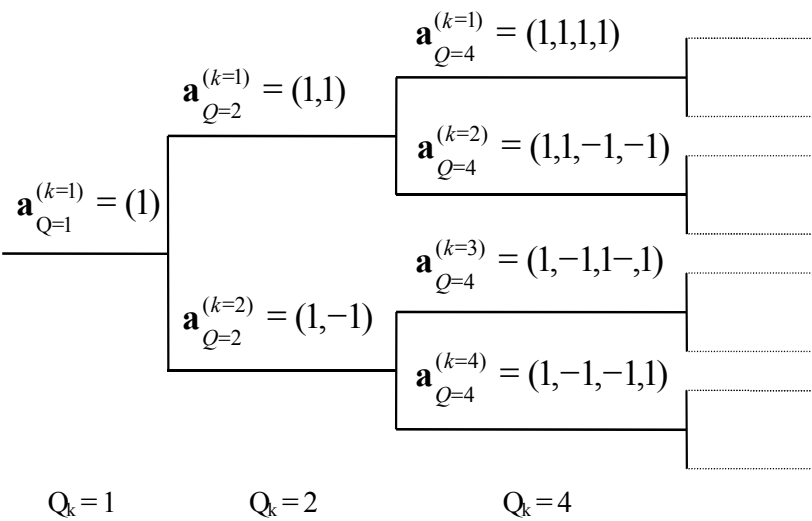


图 4.17 正交可变扩频因子(OVSF)码码树

从这个码树的定义可以看出，码树的每一级都定义了扩频因子为  $Q_k$  的码。码的使用有一个要求，就是当一个码已经在时隙中采用，则其父系上的码和下级码树路径上的码就不能在同一时隙中使用。这也就意味着一个时隙可使用的码的数目是不固定的，而是与每个物理信道的数据速率和扩频因子有关。TD-SCDMA 系统中可用的扩频因子范围为 1~16。

为了降低多码传输时的峰均值比，对于每一个信道化码，都有一个相关的相位系数  $w_{Q_k}^{(k)}$ 。下表 4-13 给出了每一个信道化码对应的系数值。

表 4-13 每个信道化码所对应的系数值

<b>k</b>	$w_{Q=1}^{(k)}$	$w_{Q=2}^{(k)}$	$w_{Q=4}^{(k)}$	$w_{Q=8}^{(k)}$	$w_{Q=16}^{(k)}$
1	1	1	-j	1	-1
2		+j	1	+j	-j
3			+j	+j	1
4			-1	-1	1
5				-j	+j
6				-1	-1
7				-j	-1
8				1	1
9					-j
10					+j
11					1
12					+j
13					-j
14					-j
15					+j
16					-1

#### 4.4.2.2 扰码

数据经过长度为  $Q_k$  的实值序列即信道化码  $\mathbf{c}^{(k)}$  扩频后,还要由一个小区特定的复值序列即扰码  $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_{16})$  进行加扰。扰码的长度为 16, 该序列的元素取值于复数集:

$$\underline{v}_i = \{1, j, -1, -j\} \quad (4-12)$$

其中,  $j$  虚数单位。

复值序列  $\underline{v}$  根据下列公式由长度为 16 的二进制扰码序列  $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_{16})$  生成, 扰码  $\underline{v}$  的元素是虚实交替的, 即:

$$\underline{v}_i = (j)^i \cdot v_i \quad v_i \in \{1, -1\} \quad i=1, \dots, 16 \quad (4-13)$$

加扰前可以通过级联 QMAX/Qk 个扩频数据而实现长度匹配。扩频加扰过程如图 4.18 所示。

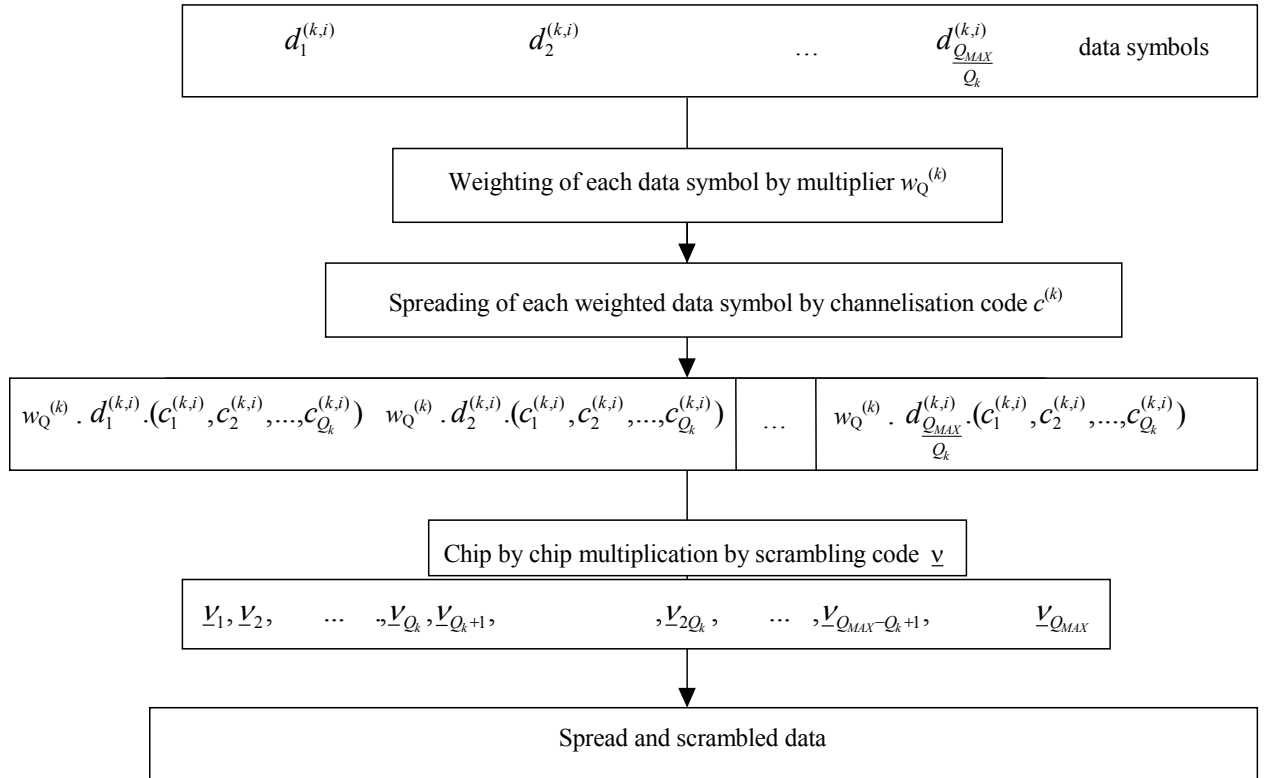


图 4.18 数据符号的扩频和加扰过程

这里需要说明的是, 训练序列 Midamble 部分是不经过扩频和加扰过程的。

#### 4.4.2.3 扩频调制方法

复值码片序列的调制方法如图 4.19 所示。扩频后进行脉冲成形。脉冲成形滤波器使用的是频率域中滚降系数为  $\alpha = 0.22$  的升余弦滤波器。此滤波器将在发射和接收方均要使用。

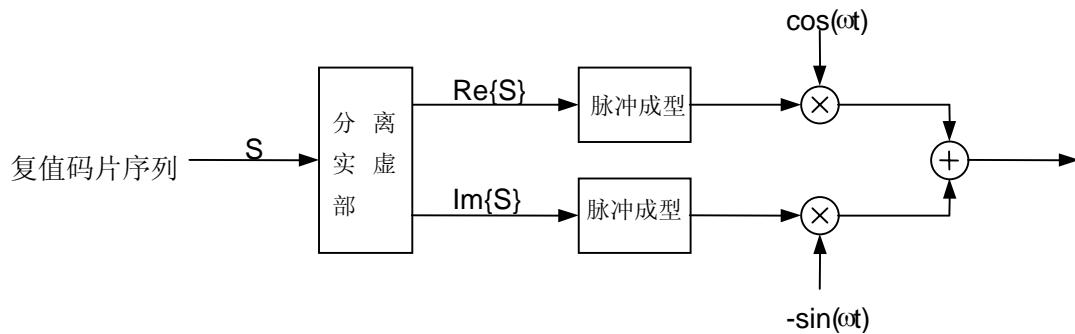


图 4.19 复值码片序列的调制

### 4.4.3 同步码

#### 4.4.3.1 SYNC\_DL

在 TD-SCDMA 系统中，标识小区的码称为 SYNC\_DL 序列，在下行导频时隙 (DwPTS) 发射。SYNC\_DL 用来区分相邻小区，与之相关的过程是下行同步、码识别和 P-CCPCH 信道的确定。基站将在小区的全方向或在固定波束方向发送 DwPTS，它同时起到了导频和下行同步的作用。DwPTS 由长为 64chips 的 SYNC\_DL 和长为 32chips 的 GP 组成，

整个系统有 32 组长度为 64 的基本 SYNC\_DL 码，一个 SYNC\_DL 唯一标识一个基站和一个码组，每个码组包含 4 个特定的扰码，每个扰码对应一个特定的基本 midamble 码。

在 TD-SCDMA 系统中使用独立的 DwPTS 的原因，是在蜂窝和移动环境下解决 TDD 系统的小区搜索问题。当邻近小区使用相同的载波频率，用户终端在一个小区交汇区域移动状态下开机的条件下，因为 DwPTS 的特殊设计，即其存在于没有其它信号干扰的单独时隙，因而能够保证用户终端快速捕获下行导频信号，完成小区搜索过程。

#### 4.4.3.2 SYNC\_UL

在 TD-SCDMA 系统中，随机接入的特征信号为 SYNC\_UL，在上行导频时隙发射。与 SYNC\_UL 有关的过程有上行同步的建立和初始波束赋形测量。

每一子帧中的 UpPTS 在随机接入和切换过程中用于建立 UE 和基站之间的初始同步，当 UE 准备进行空中登记和随机接入时，将发射 UpPTS。UpPTS 由长度为 128chips 的 SYNC\_UL 和长度为 32chips 的 GP 组成。

整个系统有 256 个不同的 SYNC\_UL，分成 32 组，每组 8 个。码组是由基站确定，因此，8 个 SYNC\_UL 对基站和已下获得行同步的 UE 来说都是已知的。当 UE 要建立上行同步时，将从 8 个已知的 SYNC\_UL 中随机选择 1 个，并根据估计的定时和功率值在 UpPTS 中发射。

在 TD-SCDMA 系统中，UpPTS 处于单独时隙的原因是当用户终端在初始发射信号时，其初始

发射功率是用开环控制确定的，而且初始发射时间是估算的，因而同步和功控都比较粗略。如果此接入信号和其它业务码道混在一起，会对工作中的业务码道带来较大干扰。同时由于 UpPTS 的使用，基站通过检测到的 UpPTS，可以给出定时提前和功率调整的反馈信息。

4.4.3.3 码分配

上面介绍了 TD-SCDMA 系统中所使用同步码，这里对于系统中用到的基本 Midamble 码、扰码、SYNC\_UL、SYNC\_DL 以及它们之间的对应关系做一个简单总结，详见表 4-14。

4-14 基本 Midamble 码、扰码、SYNC\_UL、SYNC\_DL 以及它们之间的对应关系

码组	关联码			
	下行导频码 ID	上行导频码 ID	扰码 ID	基本 Midamble 码 ID
码组 1	0	0...7	0	0
			1	1
			2	2
			3	3
码组 2	1	8...15	4	4
			5	5
			6	6
			7	7
⋮				
码组 32	31	248...255	124	124
			125	125
			126	126
			127	127

从上表中可以看出，整个系统有 32 个码组，其中一个 SYNC\_DL 唯一标识一个基站和一个码组，每个码组包含 8 个 SYNC\_UL，4 个扰码和 4 个基本 midamble 码，其中扰码和基本 midamble 码存在一一对应的关系。

## 4.5 物理层过程

在 TD-SCDMA 系统中，很多技术需要物理层的支持，这种支持体现为相关的物理层过程，如功率控制、小区搜索、上行同步、随机接入等等。本节将介绍物理层的有关操作过程。

### 4.5.1 功率控制

我们知道，CDMA 系统是干扰受限系统，必要的功率控制可以有效地限制系统内部的干扰电平，从而降低小区内和小区间的干扰。另外，功率控制可以克服蜂窝系统的“远近效应”并减小 UE 的功耗。TD-SCDMA 的功率控制特性如下表所示。

表 4-15 TD-SCDMA 的功率控制特性

	上行	下行
功率控制速率	可变 闭环：0-200 次/秒 开环：延时大约 200us – 3575us	可变 闭环：0-200 次/秒
步长	1, 2, 3 dB（闭环）	1, 2, 3 dB（闭环）

下面简单介绍 TD-SCDMA 的上、下行功率控制过程。

#### 4.5.1.1 上行控制

对上行发射功率，系统将通过高层信令指示一个上行发射功率的最大允许值，这个值应低于由 UE 功率等级确定的最大功率值。上行功率控制必须使总的上行发射功率不得超过这个最大值。

##### \* UpPCH

UE UpPCH 的发射功率采用开环功控制。，开环功控的计算公式如下：

$$P_{UpPCH} = L_{PCCPCH} + PRX_{UpPCHdes} + (i-1) * P_{wramp} \quad (4-14)$$

式中， $P_{UpPTS}$ ：UE 发射功率(dBm)；

$L_{P-CCPCH}$ ：测量到的路径损耗(dB)（P-CCPCH 参考发射功率在 BCH 中广播）；

$PRX_{UpPTS,des}$ ：基站期望在小区接收机得到的接收功率(dBm)（BCH 中广播）；

$P_{wramp}$ ：UE 在每个 UpPCH 传输中按照"Power Ramp step"值增加它的发射功率（i=1 时为初始信号功率）。

##### \* PRACH

UE 在 P-RACH 上的发射功率可由下式计算得到：



$$P_{PRACH} = L_{P-CCPCH} + PRX_{P-RACH, des} \quad (4-15)$$

式中，  $P_{PRACH}$ ：P-RACH 上的发射功率；

$PRX_{P-RACH, des}$ ：基站接收机希望得到的 P-RACH 的功率，由网络在 F-PACH 中给出。

#### \* 专用物理信道(DPCH)

利用 DPCH 上的 TPC 符号进行闭环功率控制，功率调整的动态范围为 80dB，功率控制步长可取 1, 2, 3dB。上行 DPCH 的初始发射功率由高层指示。

闭环功率控制是基于 SIR 进行的，这里描述 TPC 的处理过程。在功率控制过程中，Node B 周期性地对接收到的 SIR 的测量值和 SIR 的目标值进行比较，如果测量值小于目标值，则 TPC 命令置为“up”，当测量值大于目标值时，TPC 命令置为“down”。在 UE 端，对 TPC 比特位进行软判决，若判决结果为“up”，则将发射功率增加一个步长，若判决结果为“down”，则将发射功率降低一个步长。目标 SIR 值由高层通过外环进行调整。该方案允许以质量为基础的功率控制。

当由于失去同步接收不到 TPC 比特时，发射功率将保持在一个固定值上；当由于失去同步而不能进行 SIR 测量时，则在失步期间 TPC 命令总是置为“up”。

### 4.5.1.2 下行控制

#### 1) 公共物理信道的发射功率

\* P-CCPCH 的发射功率，由高层信令设置，并可通过网络决定对其进行修改。P-CCPCH 的参考功率在 BCH 上周期广播，UE 可以根据接收到的 P-CCPCH 功率与参考功率比较以估算路径损耗。

\* F-PACH 的发射功率：F-PACH 的发射功率值由网络设置。

\* S-CCPCH，PICH 的发射功率：S-CCPCH 和 PICH 与 P-CCPCH 的发射功率差值由高层信令设置。PICH 与 P-CCPCH 参考功率的差值在 BCH 中广播。

#### 2) 专用物理信道(DPCH)

下行链路专用物理信道的初始发射功率由网络设置直到第一个上行 DPCH 到达。以后的发射功率由 Node B 采用基于 SIR 的闭环控制。

接收 SIR 由 UE 进行周期性测量得到，当测量值大于目标值时，则 TPC 命令置为“down”，当测量值小于目标值时，TPC 命令置为“up”。在 Node B 侧，对 TPC 比特位进行软判决，若判决结果为“down”，则将发射功率降低一个功率控制步长，若判决结果为“up”，则将发射功率增加一个步长。当由于失去同步而接收不到 TPC 比特时，发射功率将保持在一个固定值上，当由于失去同步不能进行 SIR 测量时，则在失步期间，TPC 命令总是置为“up”。

### 4.5.2 上行同步

在 CDMA 移动通信系统中，下行链路总是同步的。所以一般所说同步 CDMA 都是指上行同步，即要求来自不同距离的不同用户终端的上行信号能同步到达基站。特别是对 TDD 的系统，上行同步能够给系统带来很大的好处。由于移动通信系统是工作在具有严重干扰、多径传播和多普勒效应的实际环境中，要实现理想的同步是几乎不可能的。但是让每个上行信号的主径达到同步，对改善系统性能、简化基站接收机的设计都有明显的好处。另外，需要指出的是，我们这里讨论的同步是指的空中接口的同步，并不包括网络之间的同步。

### 1) 上行同步的建立

在 UE 开机之后，它首先必须与小区建立下行同步，然后才能够开始建立上行同步。

在用户终端随机接入时，虽然可以接收到基站的 DwPTS 信号，但是并不知道与 Node B 的距离，导致 UE 的上行发射不能同步到达 Node B。因此，为了减小对常规时隙的干扰，上行信道的首次发送在 UpPTS 这个特殊时隙进行。SYNC\_UL 突发的发射时刻可通过对接收到的 DwPTS 和/或 P-CCPCH 的功率估计来确定。Node B 通过在搜索窗内检测到的 SYNC\_UL 序列，可估计出接收功率和时间。然后 Node B 向 UE 发送反馈信息，给出 UE 下次发射的功率以及时间调整值，以便建立上行同步。正常情况下，NodeB 将在收到 SYNC-UL 后的 4 个子帧内对 UE 做出应答。如果 UE 在 4 个子帧内没有收到来自 Node B 的应答，则认为同步请求发送失败。UE 将会随机延迟一段时间，然后开始尝试同步发送。

上行同步通常用于系统的随机接入过程，当系统失去上行同步后，重新建立同步的过程也要经过上述步骤。

### 2) 上行同步的保持

因为 UE 是移动的，它到 Node B 的距离总是在变化的。所以在整个通信过程中，Node B 必须不间断地检测其上行帧中 Midamble 码的到达时刻，并对 UE 的发射时刻进行闭环控制，以保持可靠地同步。

上行同步的具体过程为：Node B 可以在同一个时隙通过测量每个 UE 的 midamble 码来估计 UE 的发射功率和发射时间偏移，然后在下一个可用的下行时隙中发射同步偏移(SS)命令和功率控制(PC)命令，以使 UE 可以根据这些命令分别适当调整它的 Tx 时间和功率。从而保证了上行同步的稳定性，可以在一个 TDD 子帧检查一次上行同步。上行同步的调整步长是可配置和再设置的，取值范围为  $1/8 \sim 1\text{chip}$ 。上行同步的更新有三种可能情况：增加一个步长，减少一个步长，不变。

### 3) 同步精度的要求

如前所述，在 TD-SCDMA 系统中，同步调整的步长约为码片宽度的  $1/8$ ，即大约 100 ns。在实际系统中所要求和可能达到的精度则将由基带信号的处理能力和检测能力来确定，一般可能在  $1/8$  至 1 个码片的宽度。因为同步检测和控制是每个子帧（5 ms）一次，一般来说，在此时间内 UE 的移动范围不会超过十几厘米，因而，这个同步精度已经足够，并不会限制和影响 UE 的高速移动。

## 4.5.3 下行发射分集

由于移动通信中存在着严重的多径衰落，影响传输的可靠性。为了提高在多径环境下的传输性能，通常采用分集技术。由于目前技术条件的限制，空间分集还只能用于发射端。在 TD-SCDMA 系统中，一般将发射分集作为一种选项技术。下面介绍 TD-SCDMA 的发射分集方案。

在 3GPP 协议中，DPCH、P-CCPCH 和 DwPTS 的下行发射分集是可选项，所以 UE 对它们的支持是必须的。

### 1) DPCH 的发射分集

DPCH 的发射分集方案可以采用闭环发射分集，也可以采用时间开关发射分集(TSTD)

#### \* 时间开关发射分集 TSTD

TSTD 作为下行 DPCH 的发射分集方案，其优点是可以大大提高用户端正确同步的概率和缩短同步搜索的时间，并且能够很简单地实现与最大比合并相当的效果。

TSTD 发射器的一个结构实例如图 4.20 所示。其中信道编码、速率匹配、交织、以及比特到符号的映射，扩频和加扰的执行与没有分集的模式相同。接着，数据与 midamble 序列进行时间复用。

经过脉冲成形、调制和放大后，DPCH 在每个子帧中交替从天线 1 和天线 2 上发射。不是子帧中的所有 DPCH 都需要从同一天线上发射，也不是一个子帧中的所有 DPCH 都需要使用 TSTD。图 4.21 给出了 DPCH 发射的一个天线开关模式的实例，所有物理信道都用 TSTD 发射，在子帧内使用同一个天线。

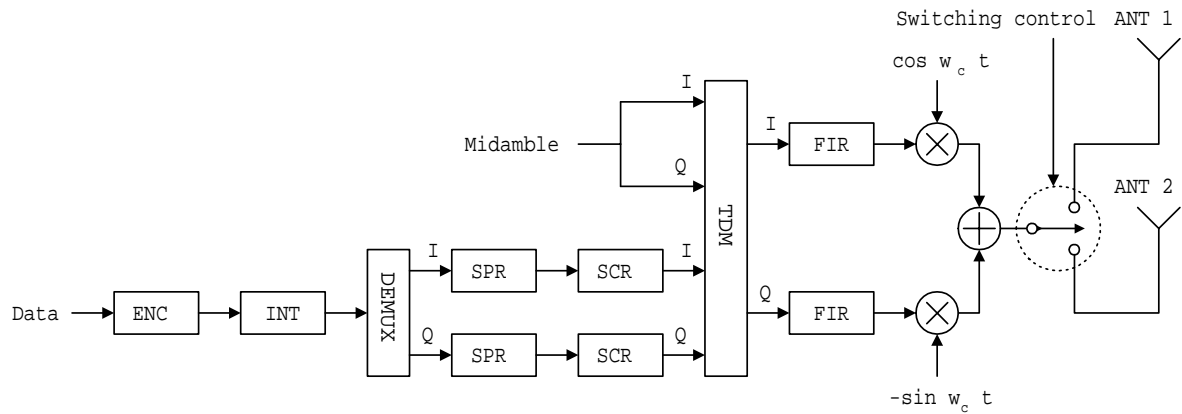


图4.20 DPCH 和P-CCPCH 的TSTD 发射器结构实例。

图注:switching control:转换控制

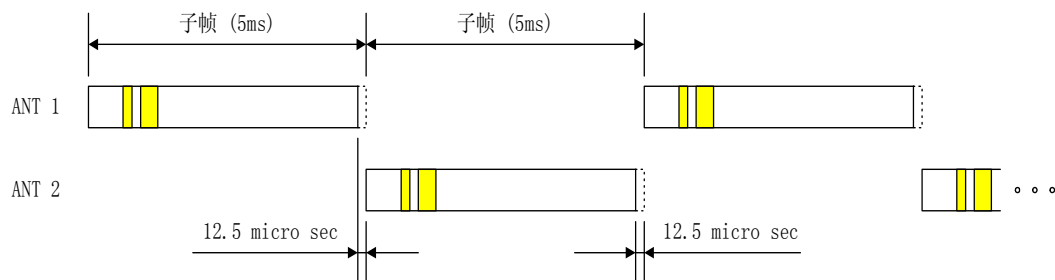


图4.21 DPCH 和P-CCPCH 的TSTD 发射器天线开关模式的实例

#### \* DPCH 的闭环发射分集

DPCH 闭环发射分集的发器结构见图 4.22。信道编码、交织与扩频和没有分集的模式一样。扩频后的复值信号馈送给两个发射分支天线，并利用与天线相关的加权因子  $w_1$  和  $w_2$  进行加权。加权因子一般是复值信号 (即  $w_i = a_i + jb_i$ )。这些加权因子每时隙对于每个用户都要计算。加权因子由 UTRAN 确定。

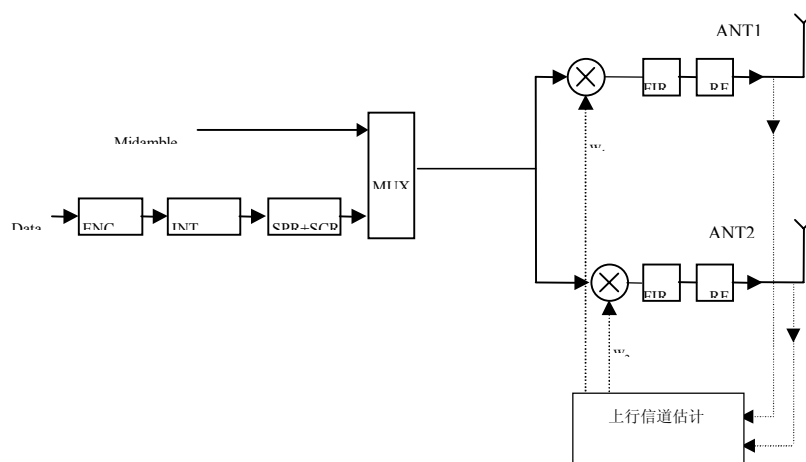


图 4.22 TD-SCDMA 中 DPCH 发射支持发射分集的下行发射器结构(UTRAN 接入点)

\* DwPTS 的发射分集

DwPCH 发射分集的发射器结构如图 4.23。DwPCH 从天线 1 和天线 2 中选择其一发射。

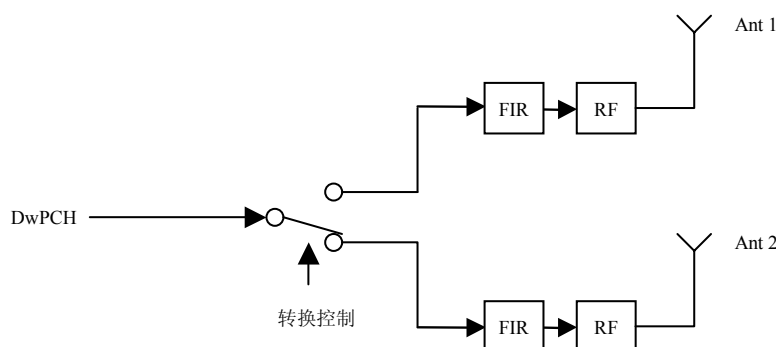


图 4.23TD-SCDMA 中 DwPCH 发射支持发射分集的下行发射器结构(UTRAN 接入点)

2) P-CCPCH 的发射分集

P-CCPCH 的发射分集方案可以采用 TSTD 或者空间码发射分集（SCTD）。

\* TSTD 方案

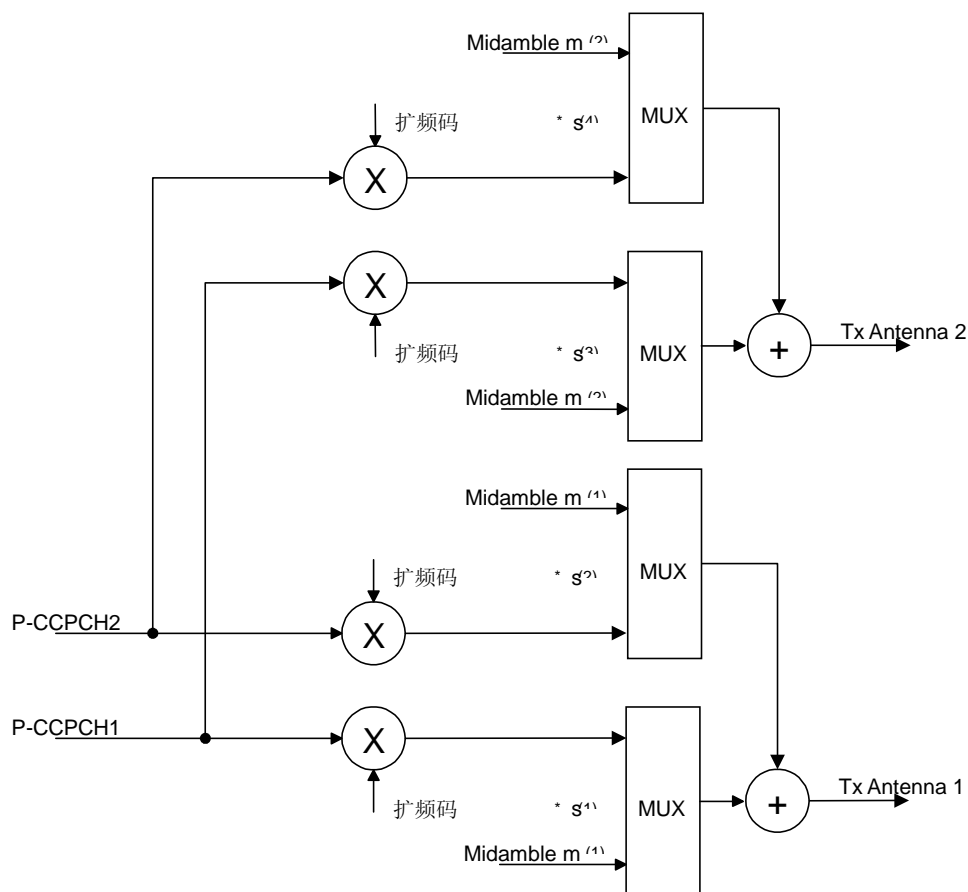
关于 TSTD 发射器的模块框图实例已经在前面与 DPCH 的发射分集一并给出。信道编码、速率匹配、交织以及比特到符号的映射，扩频和加扰的执行，与没有分集的模式相同。其后，数据与 midamble 序列进行时间复用。经过脉冲成形、调制和放大后，P-CCPCH 在每个子帧中交替从天线 1 和天线 2 上发射。如果有一个使用 TSTD 的 DPCH，则 TSTD 也同样可以用于 P-CCPCH。

\* SCTD 方案

P-CCPCH 的开环下行发射分集方案如图 4.24 所示。信道编码、速率匹配、交织以及比特到符号的映射的执行，与没有分集的模式相同。发射分集时，P-CCPCH1 的数据序列使用信道化码  $c_{16}^{(k=1)}$

和  $c_{16}^{(k=3)}$  进行扩频，使用小区的特殊扰码进行加扰。P-CCPCH2 的数据序列使用信道化码  $c_{16}^{(k=2)}$  和  $c_{16}^{(k=4)}$  进行扩频，使用小区的特殊扰码进行加扰。

是否使用 SCTD 主要由高层来指示。



\* 用  $S^k$  扩频表示使用信道扰码  $C^k$  和小包特定的扰码

图 4.24 TD-SCDMA 的 SCTD 发射器结构图

#### 4.5.4 小区搜索

在初始小区搜索中，UE 搜索到一个小区，并检测其所发射的 DwPTS，建立下行同步，获得小区扰码和基本 midamble 码，控制复帧同步，然后读取 BCH 信息。

初始小区搜索按以下步骤进行：

第一步：搜索DwPTS

UE 利用 SYNC\_DL 序列获得某一小区的 DwPTS，建立下行同步。这一步通常是通过一个或多个匹配滤波器(或类似的装置)与接收到的 SYNC\_DL 序列进行匹配来实现。在这里，UE 必须识别出该小区所使用的 32 个 SYNC\_DL 中的某一个。

## 第二步：识别扰码和基本midamble码

在初始小区搜索的第二步，UE 需要确定该小区的基本 midamble 码，这是通过检测 TS#0 信标信道的 midamble 码实现的。在 TD-SCDMA 系统中，共有 128 个基本 midamble 码，且互不重叠，每个 SYNC-DL 序列对应一组 4 个不同的基本 midamble 码。也就是说，基本 midamble 码的序号除以 4 就是 SYNC\_DL 码的序号。因此 32 个 SYNC\_DL 和 32 个基本 midamble 码组一一对应（即一旦 SYNC\_DL 确定之后，UE 也就知道了该小区所采用的 4 个 midamble 码）。这时 UE 可以采用试探法和错误排除法确定该小区到底采用了哪个基本 midamble 码。在一帧中使用相同的基本 midamble 码。由于每个基本 midamble 码与扰码是一一对应的，确定了基本 midamble 码之后也就知道了扰码。根据确认的结果，UE 可以进行下一步或返回到第一步。

## 第三步：控制复帧同步

在第三步中，UE 搜索 BCH 的复帧主信息块 MIB（Master Information Block）的位置。首先确定 P-CCPCH 的位置，经过 QPSK 调制的 DwPTS 的相位序列（相对于在 TS#0 信标信道的 midamble 码）来标识。[n]个连续的 DwPTS 足以可以检测出 P-CCPCH 的位置。确定了 P-CCPCH 后，根据解调出的 SFN 值，可以确定 MIB 的位置。于是，UE 可决定是否执行下一步或回到第二步。

## 第四步：读 BCH 信息

第四步，UE 读取搜索到小区的一个或多个 BCH 上的（全）广播信息，根据其结果，决定是完成初始小区搜索还是重新返回到以上的几步。

## 4.5.5 随机接入过程

### 1. 随机接入准备

当 UE 处于空闲模式时，它将保持下行同步并读取小区广播信息。从 DwPTS 中使用的 SYNC-DL 码，UE 可以得到为随机接入而分配给 UpPTS 的 8 个 SYNC\_UL 码(签名)的码集。关于 P-RACH、FPACH 和 S-CCPCH (承载 FACH 逻辑信道) 信道的的一些参数(码，扩频因子，midambles，时隙)都会在 BCH 上广播。因此，当发送 SYNC-UL 序列时，UE 可知道接入时所使用的 FPACH 资源、P-RACH 资源和 CCPCH 资源。UE 需要在 UpPCH 发射之前对关于随机接入的 BCH 信息进行解码。

在物理随机接入过程初始化以前，层 1 需要通过 CPHY-TrCH-Config-REQ 接收来自 RRC 层的下列信息：

- 哪些签名与哪些FPACH关联；哪些FPACH和哪些 PRACH关联；哪些PRACH和哪些CCPCH 关联；包括所列出的物理信道的参数值。
- 与FPACH<sub>i</sub> 相关的RACH 消息的长度L<sub>i</sub>，可以配置成1或2或4，对应时间长度分别为5 ms 或10 ms 或 20 ms 。

在这里，N<sub>RACHi</sub> PRACHs 可以与 FPACH<sub>i</sub> 关联。最大允许的 N<sub>RACHi</sub> 等于 L<sub>i</sub> 。

- 每个接入业务等级(ASC)可用的UpPCH 子信道（一个UpPCH 子信道定义为一个 签名(签名子集)和多个子帧号）；
- PRACH 消息的传输格式参数集合；

- UpPCH中最大发射数目"M";
- 用于等待网络对一个发送签名所确认的子帧数目的最大值"WT"; (1.4) 层1支持的最大值是4个子帧。
- 初始签名功率"Signature\_Initial\_Power";

需要注意的是，在每个物理随机接入过程初始化前，上述参数可以从高层更新。物理随机接入过程的每次初始化，层 1 需要从高层 (MAC)接收如下信息：

- 对特定PRACH 消息使用的传输格式；
- 带有时间和功率电平指示的特定随机接入过程的ASC ；
- 要传输的数据（传输模块集）。

## 2. 随机接入过程

物理随机接入过程可以按如下步骤执行：

\* UE 侧：

- 1 设置签名重发计数器为M 。
- 2 设置签名发射功率为Signature\_Initial\_Power 。
- 3 从给定ASC 可用的UpPCH 子信道中任意选择一个。所用的随机函数必须满足每个选择被选中的概率相同。
- 4 用选定的UpPCH 子信道，以签名发射功率发射一个签名。
- 5 发射签名后听取相关的FPACH ，从随后的WT子帧中获取网络确认。UE将从满足下列关系的子帧中读取与发射UpPCH相关的FPACH<sub>i</sub> ：

$$(\text{SFN}' \bmod L_i) = n_{\text{RACH}_i}; n_{\text{RACH}_i} = 0, \dots, N_{\text{RACH}_i} - 1,$$

- 6 如果在预期时间内没有检测到有效应答,签名重发计数器减1。若计数器仍大于0,则返回到第3步；否则向MAC子层报告一次随机接入失败；
- 7 如果在预期时间内检测到有效应答

- a) 按照 FPACH<sub>i</sub> 网络接收到的指示设置时间和功率电平值；
- b) 在承载签名确认的子帧后，相隔两个子帧，在相关 PRACH 上发送 RACH 消息。如果 L<sub>i</sub> 大于 1，且确认的子帧号是奇数，UE 需要再等待一个子帧。如果下列等式成立，相关 PRACH 就是与 FPACH<sub>i</sub> 关联的第 n<sub>RACH<sub>i</sub></sub> 个 PRACH ：

$$(\text{SFN}' \bmod L) = n_{\text{RACH}_i};$$

这里 SFN' 是确认到达的子帧号。

UpPCH 和 PRACH 上的发射功率电平都不能超过网络用信令指示的数值。

\* 网络侧：

- node B仅在满足下列关系的帧中发射与UpPCH相关的 FPACH<sub>i</sub> ：

$$(\text{SFN}' \bmod L) = n_{\text{RACH}i}; n_{\text{RACH}i} = 0, \dots, N_{\text{RACH}i} - 1,$$

- Node B 不会确认 WT 个子帧前发射的 UpPCH。
- 一个有效签名接收后，从 UpPCH 测量相对接收到的第一径的参考时间  $T_{\text{ref}}$  的时间偏差，并在相关 FPACH 上发送 FPACH 突发确认检测到的签名。

### 3. 随机接入（冲突）处理

在冲突可能性较大时，或在较差的传播环境中，Node B 不发射 FPACH，或不能接收 SYNC-UL。在这种情况下，UE 就得不到 Node B 的任何响应。因此 UE 在一个随机延迟后必须重新测量调整发射时间和发射功率，并发送一条 SYNC-UL。

注意在每次发射（或重发）时，UE 都会重新随机选择 SYNC-UL 序列。

应该注意的是，在两个步骤中，冲突最有可能发生在 UpPCH。而 RACH RU 发生冲突的概率大大降低。并且能够保证 RACH RU 可以在同样的 UL 时隙中与常规业务共同处理。



## 4.6 物理层测量

为保证许多功能的实现，都需要 UE 或者 UTRAN 的物理层进行相关的物理层测量。按照 UE 的工作模式可以分为空闲模式下测量和连接模式下测量；按照测量的性质可以分为频率内测量、频率间测量、系统间测量、业务量测量、质量及内部测量等。

在初始化一次特定的测量时，UTRAN 发送一条“测量控制消息”给 UE，这条消息包括一个测量的 ID 及其类型、一条命令（设置、修改、释放）、测量的目标和数量、报告的数量、标准（周期性的/事件驱动的）和模式（确认的/非确认的）。当报告的标准满足时，UE 用一个“测量报告消息”回复 UTRAN，这个消息中包括测量的 ID 以及结果。

在空闲模式下测量的控制信息通过系统消息中广播。

空闲模式下测量主要包括小区选择和小区重选测量，而连接模式下测量主要包括切换准备测量、DCA 测量和时间提前测量等。下面分别进行简单介绍。

### 4.6.1 小区选择/重选测量

当选择一个 PLMN 后，UE 开始寻找合适的小区驻留，称做“小区选择”。当驻留小区后，UE 根据小区重选算法有规律的寻找更好的小区，这被称作“小区重选”。

小区选择测量一般是由一些事件(如开机)来触发的。小区选择时存在一个小区选择监测集合，所谓小区选择监测集合是被选网络中包含的相邻小区的列表，包括如何读取每个相应小区 BCH 上的信息。这个列表可以根据 UE 上次进行小区选择时收集到的信息推断。

常规的小区选择方法是当 UE 开机时不知道 BCH 的任何信息，如果可能，UE 将对人工选择的频率/小区进行测量。另一种方法是 UE 在关机时存储一些 BCH 信道的信息，在开机时可以利用这些信息进行小区选择。不管采用哪种方法，UE 都将自动完成测量，不必向 RAN 报告，并根据小区选择准则选择一个合适的小区登录。

小区选择测量和向高层报告的内容包括：SIR 测量、路径损耗、干扰功率的测量、BCH 的接收功率测量等。

在下列情况下 UE 可能会发生小区重选：

- 到小区的路径损耗太大以至不能登录到该小区；
- 下行信令发送失败；
- 当前小区已不能使用；
- 在同一个 RAN 中存在一个更好的小区；
- 多次（最大次数）随机接入失败；

和小区选择类似，小区重选监测集合优先级列表提供了小区列表和搜索顺序，并且以切换监测集合同样的方式提供这些小区的信息。

小区重选基本过程也同小区选择相似，主要区别是 UE 已经从 RAN 收到了一个优先级列表，叫做小区重选监测集合，这个集合提供要监测小区的相关信息。当已经结束小区选择后，开始进行小区重选时，UE 将与 3—4 个信号最强的非服务小区同步，并尽快解调它们的 BCH 信息。

小区重选的测量及向高层报告的内容和小区选择时一样。

#### 4.6.2 切换准备测量

在讨论切换准备测量前首先要先明确几个概念：监视集、激活集和候选集。这些集合是几个小区集合列表，高层必须向 UE 物理层提供这几个列表。

**监视集：**激活模式下，RAN 要求 UE 监测的所有小区的集合(包括 TD-SCDMA 和其它系统如 GSM 的小区)。

**激活集：**当前给 UE 分配下行 DPCH 的 TD-SCDMA 小区。激活集可以只包括 TD-SCDMA 系统的小区。

**候选集：**当前尚不在激活集中，但是经过 UE 测量，认为其具有足够的信号强度，相应的 DPCH 可以被成功解调的小区的集合。UE 将这些小区有效地报告给 RAN。这些小区可以与当前分配的频率相同，也可以不同。切换候选集可以包括 TD-SCDMA 系统或 GSM 的小区。

在开始进行切换测量时，UE 将使用导频信道 DwPCH 寻找需要测量的小区的同步。若监视小区是 TDD 小区，并进入同步后，能够知道 P-CCPCH 的 midamble 的准确时间，就可以进行测量。如果所要监听的小区时间信息可预先得到，UE 就能够在 P-CCPCH 上直接测量而不需要预先进行下行同步。

#### 4.6.3 DCA 测量

DCA 是动态信道分配的简称，其作用是通过信道质量准则和业务量参数对信道资源进行优化配置。DCA 的测量由 UTRAN 执行，并由 UE 向 UTRAN 报告测量结果。

为了使空闲模式下的 DCA 测量最小化，应区分两种情况：与 TD-SCDMA 系统建立连接时的初始 DCA 测量和连接模式下的 DCA 测量。

\* 对与 TD-SCDMA 系统建立连接时的 DCA 测量情况，在最初的接入中，UE 就立即开始对 BCH 广播的相关时隙进行测量，这些测量(包括一个周期中的平均)是在 RAN 分配给 UE 的 UL 信道（用于报告测量结果）中进行。UE 需要进行的测量有：

- 被接收的服务小区 CCPCH 上的 midamble 的信号强度(计算路径损耗)；
- RAN 提供的表中的所有 DL 时隙的接收功率；
- 被接收的 RAN 提供的其它小区（利用网络已知的相应的发射功率，计算出路径损耗）的 CCPCH 上的 midamble 的信号强度。

\* 对连接模式下的 DCA 测量的情况。当处在激活模式时，DCA 需要为资源重组过程（小区内切换）进行测量。UE 需要对以下内容进行周期性测量：

- 服务小区 CCPCH 上的 midamble 的接收信号强度(计算路径损耗)；
- RAN 提供表中的所有 DL 时隙的接收功率；
- RAN 提供的其它小区的 CCPCH 上的 midamble 的接收信号强度(利用网络已知的相应的发射功率，计算出路径损耗)；
- 服务的 DL DPCH 解扩后的 SIR；
- 服务 DL DPCH 信道解码前的 BER 估计；
- 下行传输信道解码后的 BER 估计；
- 下行传输信道的 FER 估计。

\* 为支持 DCA，Node B 需要进行以下测量：

- RAN 提供表中所有上行时隙上的干扰(5 比特量化)；
- 服务的 UL DPCH 解扩后的 SIR；
- 服务 UL DPCH 信道解码前的 BER 估计；
- 上行传输信道解码后的 BER 估计；

- 上行传输信道的 FER 估计;

#### 4.6.4 时间提前的测量

为更新一个移动 UE 的提前时间, UTRAN 必须 测量 ‘接收时间偏差’, 即实际接收到的 UL 发射 (PRACH, DPCH, PUSCH) 与理想的 UL 发射 (没有传播延迟时) 的时间差异。将这一测量报告给高层, 在高层计算出提前的时间数值并用信令通知 UE 。

测量的具体参数在此不再赘述, 大家如果感兴趣, 可以参见有关文献。

参考文献:

1. 3GPP Technical Specification 25.201, Physical layer - general description
2. 3GPP Technical Specification 25.221, Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels (TDD)
3. 3GPP Technical Specification 25.222, Multiplexing and channel coding (TDD)
4. 3GPP Technical Specification 25.223, Spreading and modulation (TDD)
5. 3GPP Technical Specification 25.224, Physical layer procedures (TDD)
6. 3GPP Technical Specification 25.225, Physical layer; Measurements (TDD)
7. 3GPP Technical Report 25.928, 1,28 Mcps functionality for UTRA TDD physical layer
8. 3GPP Technical Report 25.944, Channel coding and multiplexing examples

## 第五章 无线接口协议

### 5.1 概述

空中接口是指终端（UE）和接入网（UTRAN）之间的接口，简称 Uu 接口，通常我们也称之为无线接口。无线接口协议主要是用来建立、重配置和释放各种 3G 无线承载业务的。不同的空中接口协议使用各自的无线传输技术（RTT）。现行的 3G 系统主要包括 TD-SCDMA、WCDMA 和 CDMA2000，它们的主要区别体现在空中接口的无线传输技术上。

和 Iu 接口一样，空中接口也是一个完全开放的接口，只要遵守接口的规范，不同制造商生产的设备能够相互通信。一般说来，生产终端厂家的数目比网络制造商多得多，一个完全开放的空中接口不仅有利于不同厂家设备的兼容，而且使得只生产终端的厂家也能够参与竞争。

3G 系统几种主流标准无线传输技术的主要区别在物理层。由于对高层设计时尽量考虑不同标准的兼容，区别并不十分明显，只是在描述物理信道相关的消息（message）和信息元素（IE information element）上。所以，本章主要介绍 TD-SCDMA 的空中接口协议。

在 3GPP 文档中，空中接口是在 25 系列的规范中描述。协议栈主要分三层，最底层为物理层，在前面我们对物理层已经进行过详细的描述。所以，本章讨论的重点是物理层之上的数据链路层（L2）和网络层（L3）。L2 被分成几个子层，从控制平面上看，包括媒体接入控制层（MAC）和无线链路控制层（RLC）；而在用户平面上除了这两个子层之外，还包含处理分组业务的分组数据协议汇聚子层（PDCP）和用于广播/多播业务的 BMC 子层。L3 是指 RRC 层，位于接入网的控制平面，完成接入网和终端之间交互的所有信令过程。但是，UTRAN（接入网）对于其它如呼叫控制、移动性管理和短消息等业务是透明传输，本章不打算详细论述。本章首先介绍空中接口的整体结构，然后对涉及的协议实体功能分别进行描述。为了能使读者更好的理解 MAC 和 RLC 子层，我们不仅阐述了逻辑信道和传输信道的对应关系，而且通过协议层模型对数据流处理过程和 RLC 确认模式下的一系列操作进行了详细地介绍。对于 RRC 部分，我们主要讲述 RRC 信令过程和在各个状态下所要完成的功能。

另外，安全对任何一个通信网络都是必不可少的组成部分，3G 网络不仅支持语音通信，而且提供高速率数据和多媒体业务。和 2G 中 GSM 网络相比较，对安全性要求更高。在本章的结尾部分，从接入网的角度出发，简要介绍了 3G 网络安全方面的概况。

### 5.2 空中接口结构

空中接口的整体协议结构如图 5.1 所示。

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。前面章节已经对传输信道及其特征进行了详细的描述，这里不再讲述。MAC 层通过逻辑信道承载 RLC 的业务，参见 5.3 节。

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 承载上层的业务称之为信令无线承载（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 协议的情况下我们称为无线承载（radio bearer, RB）。RLC 层有三种操作模式——透明模式、非确认模式和确认模式。5.5 节中我们将阐述这几种操作模式。

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，以及对诸如 Ipv6 等其他网络协议使其能够通过 UMTS 网络进行传输而又毫不影响 UMTS 网络协议本身。BMC 用于在空中接口上传递由小区广播中心产生的消息，主要是源于 GSM 系统的短消息小区广播业务。两者所提供的业务也都称之为无线承载。

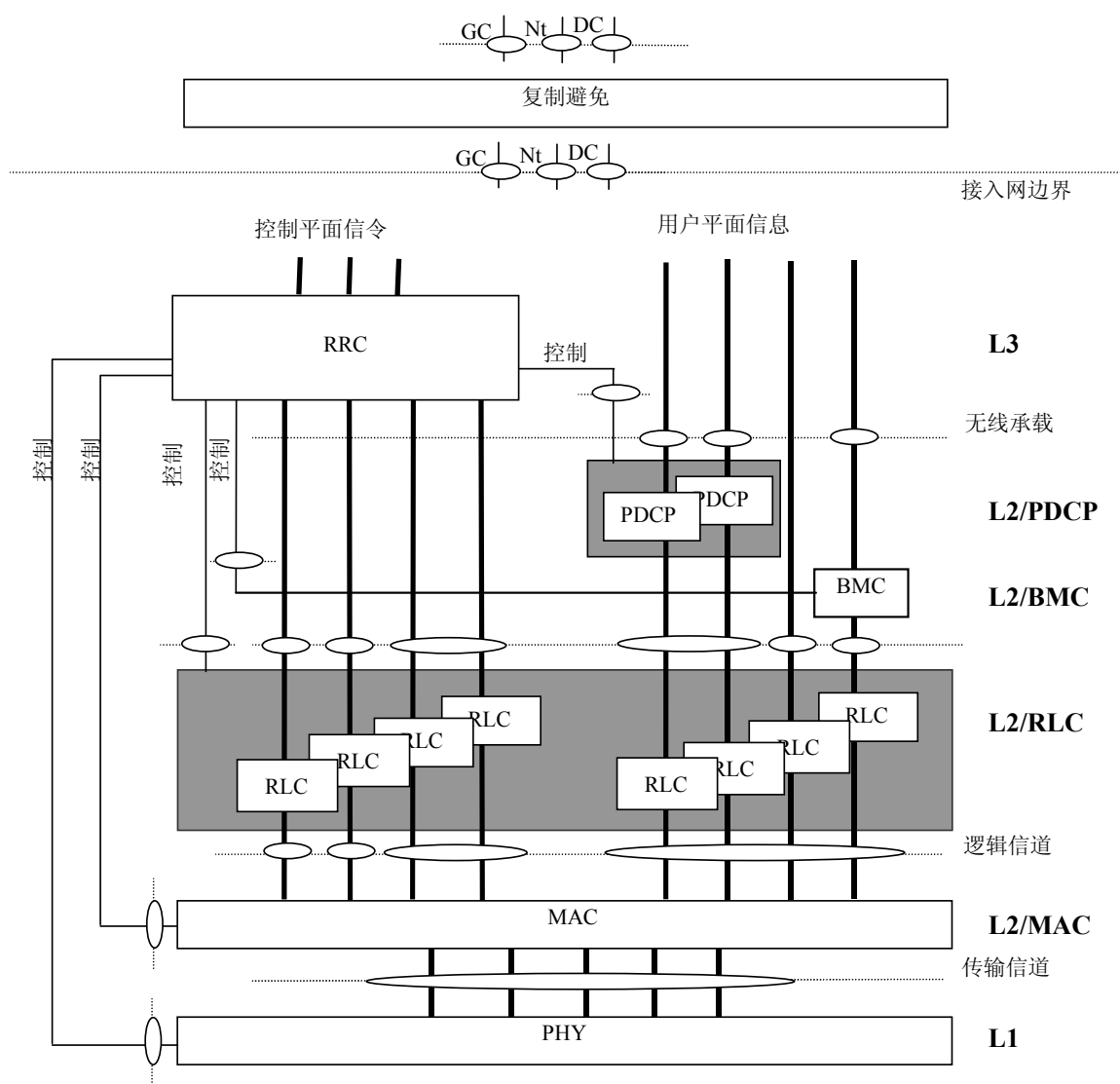


图 5.1 无线接口协议结构

数据链路层（L2）中的 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，在本章的最后我们将涉及这个问题。

RRC 同样也是通过业务接入点为上层提供业务。UE 侧，高层（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 RRC 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 通过这些接口对他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。

需要说明的是，UE 侧 RRC 通过相应原语配置底层，这些 RRC 消息是通过 RNC 侧的 RRC 协议实体 Iub 接口的用户平面（Iub FP）传至基站（NodeB），通过空中接口发送至终端；在网络侧对底层协议实体的配置，L2 是由 RNC 侧的 RRC 直接完成，而空中接口物理层的配置是由 Iub 接口的控制平面 NBAP 到达 NodeB 来完成。

## 5.3 MAC 媒体接入控制协议

### 5.3.1 MAC 层介绍

媒体接入控制子层 MAC 位于物理层之上，主要是在物理层提供的传输信道和向 RLC 层提供服务的逻辑信道之间进行信道映射，同时也为逻辑信道选择合适的传输格式（TF）。关于 MAC 层逻辑结构参见图 5.2。

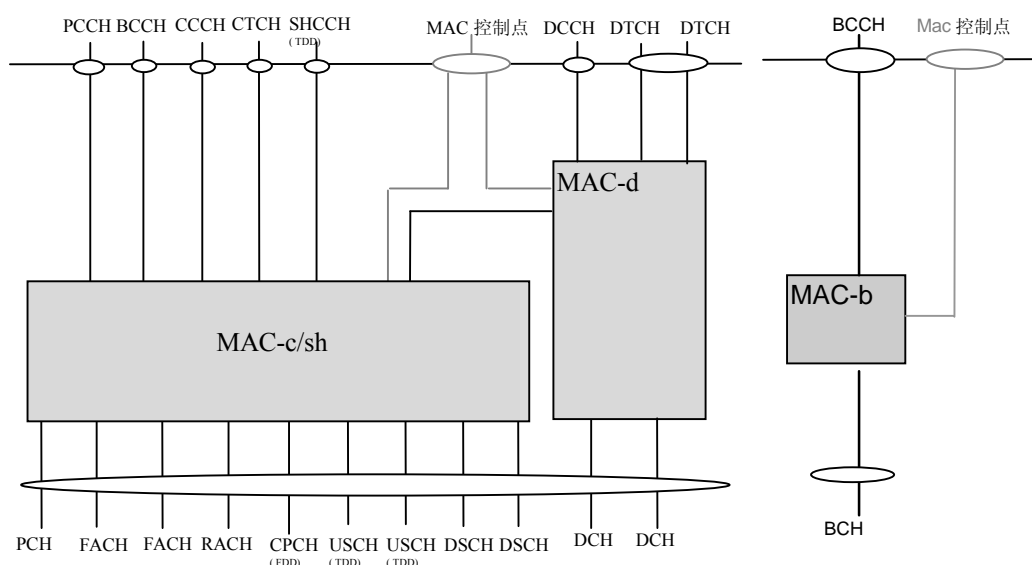


图 5.2: MAC 层的协议结构

上图描述了一个 MAC 层的通用结构模型，包含有三个功能实体：MAC-d、MAC-c/sh、MAC-b。它们利用 SAP 来实现相应的信道映射。这些实体通过控制 SAP 接受来自于 RRC 的配置消息，同时向 RRC 层反馈状态测量报告。

各个实体的主要功能如下：

MAC-b 主要负责处理小区广播消息；

MAC-c/sh 主要负责处理小区中的公共信道和共享信道；

MAC-d 主要负责处理在连接模式下分配给 UE 的专用信道。

这些实体的实现位置上，UE 侧和 UTRAN 侧有所不同。UE 侧只有一个 MAC-d、MAC-c/sh、一

个或多个 MAC-b 实体。由于它们在同一个设备中，因此彼此之间通过内部接口进行通信。对于 **UTRAN 侧**，MAC-b 位于 Node B 中，并且每个 CELL 中只有一个；MAC-c/sh 位于 CRNC 中；MAC-d 位于 SRNC 中，并且为每个 UE 提供一个 MAC-d 实体。由于按照设备功能的划分，这些实体分属不同的设备中，各实体之间必须通过标准接口进行通信。如 MAC-d 和 MAC-c/sh 不在同一个 RNC 的情况下，二者的交互通过 Iur 接口进行。这些接口已经设计成标准开放的，以使不同制造商的设备彼此兼容。

注意在 R5 以后的版本中，由于 HSDPA 技术的引入，在 MAC 层新近加入了一个功能实体 MAC-hs，负责执行有关 HSDPA 的功能。其详细介绍参看本书相关章节。

### 5.3.2 信道结构及映射

MAC 层通过逻辑信道为高层提供服务。逻辑信道的类型是根据 MAC 提供不同类型的数据传输业务而定义的。逻辑信道通常划分为两类：即用来传输控制平面信息的控制信道，和传输用户平面信息的业务信道用来。

#### 控制信道

- BCCH：广播系统控制信息的下行链路信道；
- PCCH：传输寻呼信息的下行链路信道；
- CCCH：在网络和终端之间发送控制信息的双向信道，它总是映射到 FACH/RACH 上；
- DCCH：在网络和终端之间传送专用控制信息的点对点的双向信道，该信道在 UE 建立 RRC 连接建立过程期间建立；
- SHCCH：网络 and 终端之间传输控制信息的双向信道，用来对上行/下行共享信道进行控制。

#### 业务信道

- CTCH：用来向全部或部分 UE 传输用户信息的点对多点信道；
- DTCH：专门用于一个 UE 传输自身用户信息的点对点双向信道。

在无线接口协议的层次结构中位于 MAC 层下面的是物理层。物理层通过传输信道为 MAC 层提供数据传输服务，因此 MAC 负责逻辑信道和传输信道之间的信道映射。下图给出了 UE 侧和 UTRAN 侧逻辑信道和传输信道之间一般的映射关系。需要提醒的是下图仅仅是为了描述信道间的映射关系，而并没有给出映射的方向。



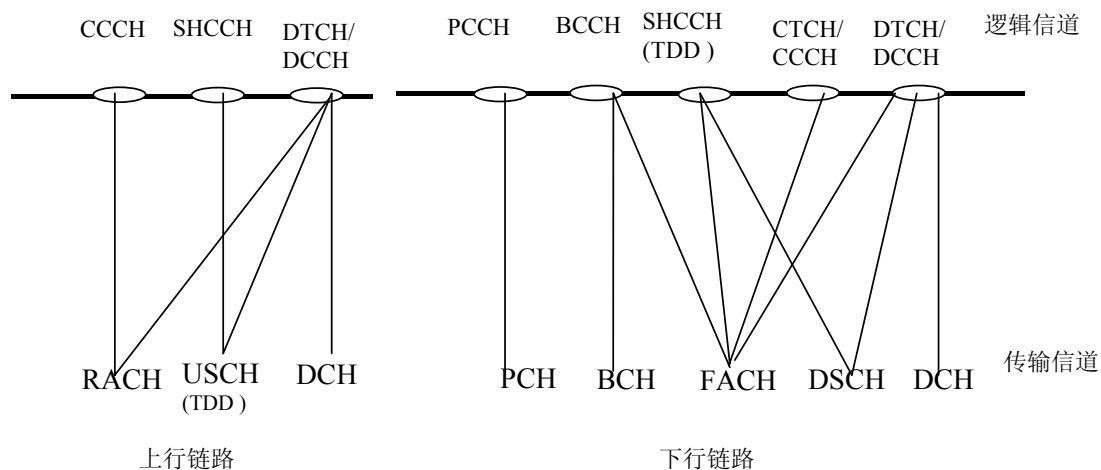


图 5.3 逻辑信道与传输信道之间的映射

### 5.3.3 MAC 层功能描述

MAC 层的主要功能是向高层提供三种业务：数据传输，无线资源和 MAC 参数的重新分配以及测量报告。

概括地讲，MAC 的主要功能如下：

- 逻辑信道与传输信道之间的信道映射，MAC 负责将逻辑信道映射到适当地传输信道上；
- 根据业务速率，MAC 为每个传输信道选择合适的传输格式；
- UE 数据流之间的优先级处理。UE 各个数据流之间优先级是由 RB 的业务属性和 RLC 的 buffer 状态决定的。根据数据流的优先级情况，通过在给定的 TFCS 中选择合适的 TFC，使得高优先级的数据流能够选择高比特速率的传输格式映射到物理层；而低优先级的数据流能够选择低比特速率的传输格式映射到物理层。另外对于传输格式的选择还需要考虑来自于物理层的传输功率指示；
- UE 之间的优先级处理。为了对突发传输情况有效的利用频谱资源，MAC 层可以使用动态调度功能。MAC 层在公共共享信道上实现优先级调度处理。但对于专用信道，等效的动态调度功能是在 RRC 层功能的重新配置中；
- 在公共信道上的 UE 标识。当公共信道承载的是专用逻辑信道的数据时，需要在 MAC PDU 的头部添加一个标识来区别各个不同的 UE。根据 UE 标识的使用范围来划分用于小区范围的 UE 标识—CRNTI (16bit)，和 UTRAN 范围的 UE 标识—URNTI (32 bit)；
- 在公共信道上将高层 PDU 复用到传输块中，然后传递到物理层；并在公共信道上将接收来自于物理层的 PDU 解复用成高层 PDU；
- 在专用信道上将高层 PDU 复用到传输块中，然后传递到物理层；并在专用信道上将接收来自于物理层的 PDU 解复用成高层 PDU；
- 业务量测量。高层通过发送“测量控制消息”或者“系统消息”来要求 MAC 执行业务量测量。在这些消息中包含有与测量有关的相应信息如测量对象、测量内容、测量量、测量准则、测量周期、测量反馈报告等。MAC 根据这些信息的指示执行测量。MAC 搜集 RLC 和 buffer 占用的情况，计算出当前的业务量情况，然后与 RRC 设定的门限比较。如果满足设定的测量报告条件，则 MAC 将业务量测量结果报告给高层。高层进而根据这些报告对无线承载/传输信道参数重新配置；

- 动态传输信道类型切换。根据 RRC 的命令，执行公共传输信道和专用传输信道之间的切换；
- 加密。主要为避免数据的非授权获取，只有在 TM 下才由 MAC 对数据进行加密；在 UM/AM 模式下的加密在 RLC 层进行，具体请参考后续相关章节有关内容；
- RACH 接入的 ASC 选择。为了提供不同的 RACH 使用优先级，RACH 的物理资源被划分为不同的接入服务等级（ASC）。ASC 参数集由 RRC 通过配置原语提供给 MAC，它在  $0 \leq i \leq \text{NumASC} \leq 7$  范围内编号。ASC 是由  $(i, P_i)$  构成， $i$  是一个标识， $P_i$  是一个持续值。由于 RACH 采用 Slotted ALOHA， $P_i$  其实就是在这些 slot 中的接入概率。在无线承载建立/重新配置时，涉及到的每个逻辑信道都将被分配一个 MLP (MAC 逻辑信道优先权)，其范围为 1 到 8。在 UE 侧，当 MAC 子层被配置为 RACH 发送时，这些 MLP 级别将被用于 MAC 层上的 ASC 选择。根据下述方案进行 ASC 选择：
  - 若 TB 集中的所有 TB 具有相同的 MLP，选择  $\text{ASC} = \min(\text{NumASC}, \text{MLP})$ ;
  - 若 TB 集中的 TB 具有不同的优先权，确定最高优先权级别，选择  $\text{ASC} = \min(\text{NumASC}, \text{MinMLP})$ 。

其中，NumASC 为最高可用的 ASC 序号，MinMLP 为分配给某一信道的最高逻辑信道优先权。

如果 MAC 知道 URNTI，在 MAC 中确定 ASC；如果 MAC 不知道 URNTI，那么 MAC 就使用在 MAC 配置原语中所指示的 ASC 值。

### 5.3.4 MAC 层数据流操作

为了更好的阐述 MAC 层对数据流的操作，我们在此通过一个图例来具体说明在 UTRAN 侧逻辑信道 DTCH/DCCH 所承载的 MAC SDU 如何经由 MAC 以 MAC PDU 的形式传送到 FACH 上。

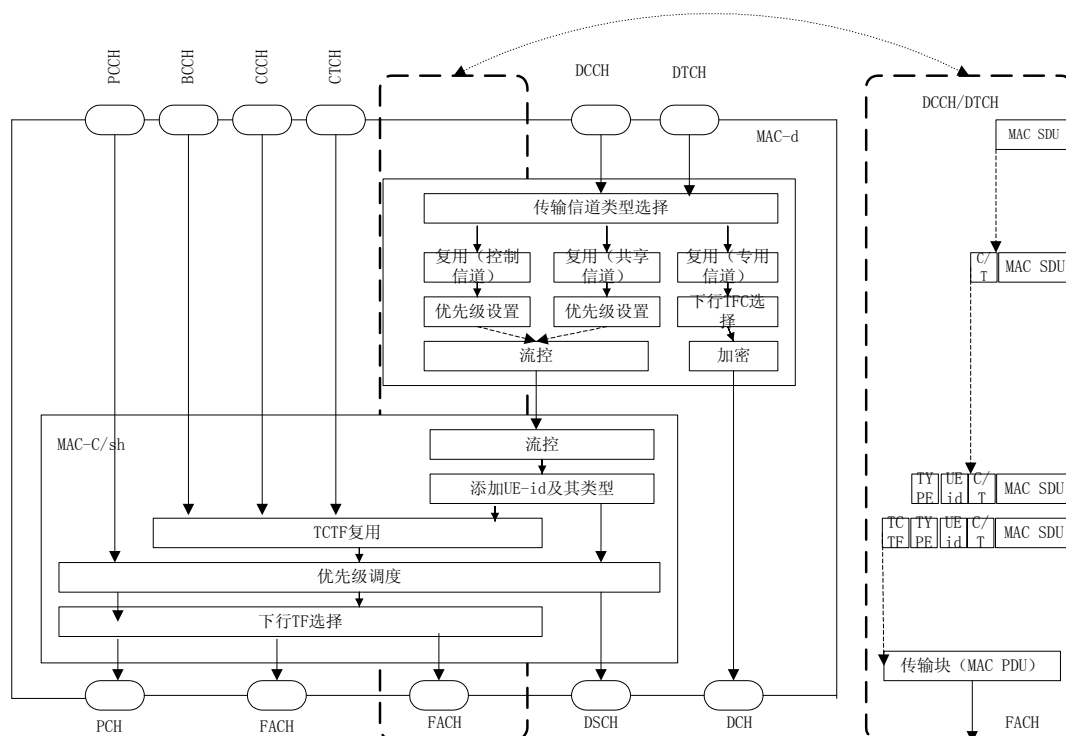


图 5.4 逻辑信道 DCCH/DTCH 与传输信道 FACH 之间的映射

来自于逻辑信道 DCCH/DTCH 的数据通过 SAP 进入 MAC 层后，首先经过各类传输信道进行功

能选择。MAC 层根据高层信令对传输信道类型（CCH/SHCH/DCH）进行选择，并在 MAC SDU 头部加上用来指示数据是来自于哪个逻辑信道的 C/T 标记。对于公共传输信道，这个字段标识是必须的，而对于专用传输信道这个字段标识只有当多个逻辑信道复用到同一传输信道上时才需要。接着对数据进行优先级设置，用来在 MAC-c/sh 进行调度时使用。通常对每个 UE 有一个 FACH 优先级。需要注意的是，在 MAC-d 中的设置的优先级标识并不真正包含 MAC PDU 中，而仅仅是为 MAC-c/sh 进行调度时提供优先级参考信息。

流量控制的主要功能是调节 MAC 实体间的数据流量，避免由于拥塞导致的时延以及 MAC 实体内 buffer 的溢出。数据经流控实体后，由 MAC-d 进入 MAC-c/sh。MAC-c/sh 在数据上加入 UE-id Type（用来确定 RNTI 的类型：CRNTI/URNTI）、UE-id（16bit/32bit）以及 TCTF（以便能够区分使用该传输信道的逻辑信道的类型）。最后根据数据的优先级标识将数据分派到传输信道 FACH。这样 MAC 层就完成了逻辑信道 DTCH/DCCH 映射到传输信道 FACH 的数据流处理。

## 5.4 RLC 无线链路控制协议

### 5.4.1 RLC 层结构及业务

无线链路控制协议 RLC 层位于 MAC 层之上，为用户和控制数据提供分段和重传业务。每个 RLC 实体由 RRC 配置，并且根据业务类型有三种模式：透明模式（TM）、非确认模式（UM）、确认模式（AM）。在控制平面，RLC 向上层提供的业务为无线信令承载（SRB）；在用户平面，当 PDCP 和 BMC 协议没有被该业务使用时，RLC 向上层提供无线承载（RB）；否则 RB 业务由 PDCP 或 BMC 承载。

从图 5.5 能够看出，对于透明模式和非确认模式，RLC 实体是单向的，各自拥有一个发送实体和一个接收实体，独立地完成数据的发送和接收；而对于确认模式，RLC 实体是双向的。虽然仅有一个实体，但却被划分为接收侧和发送侧来完成数据的发送接收的功能。并且它们彼此是能够互相沟通的。

对于所有的 RLC 模式，CRC 校验在物理层中完成。并将校验结果和对应的数据间接地传递到 RLC 层。

RLC 三种模式的实际操作如下：

- \* 透明模式：发送实体在高层数据上不添加任何控制协议开销，仅仅根据业务类型决定是否进行分段操作。接收实体接收到的 PDU 如果出现错误，则根据配置，在错误标记后递交或者直接丢弃并向高层报告。实时语音业务通常采用 RLC 透明模式。

- \* 非确认模式：发送实体在高层 PDU 上添加必要的控制协议开销，然后进行传送但并不保证传递到对等实体，且没有使用重传协议。接收实体对所接收到的错误数据标记为错误后递交，或者直接丢弃并向高层报告。由于 RLC PDU 包含有序序号，因此能够检测高层 PDU 的完整性。UM 模式的业务有小区广播和 IP 电话。

- \* 确认模式：发送侧在高层数据上添加必要的控制协议开销后进行传送，并保证传递到对等实体。因为具有 ARQ 能力，如果 RLC 接收到错误的 RLC PDU，就通知发送方的 RLC 重传这个 PDU。由于 RLC PDU 中包含有序序号信息，支持数据向高层的顺序/乱序递交。AM 模式是分组数据传输的标准模式，比如 www 和电子邮件下载。

#### 5.4.2 RLC 功能描述

RLC 主要执行的功能有：

- 分段/重组。就是将长度不同的高层 PDU 分组进行分段重组为较小的 RLC 负荷单元 (PU)；
- 级联。当一个 RLC SDU 的内容不能填满一个完整的 RLC PDU 时，可以将下一个 RLC SDU 的第一段也放在这个 PU 中，与前一个 RLC SDU 的最后一段级联在一起；
- 填充。当 RLC SDU 的内容不能填满一个完整的 RLC PDU 且无法进行级联时，可以将剩余的空间用填充比特来填满；
- 错误纠正。在确认模式下通过重传来纠正错误；
- 高层 PDU 的顺序发送。RLC 按照高层 PDU 递交下来的顺序进行发送。主要用于 AM 模式；
- 流量控制。由 RLC 接收端对另一侧 RLC 发送端的发送速率进行控制；
- 复制检查。检查所接收到 RLC PDU，并保证向高层只递交一次；
- 顺序号检查。在 UM 模式下，该功能保证 PDU 的完整性。并且在 RLC PDU 被重组为 RLC SDU 时，通过检查 RLC PDU 的顺序号提供一个检测恶化的 RLC SDU 的方法；
- 协议错误检测与恢复。检测 RLC 协议的错误并进行恢复；
- 加密。在 UM/AM 模式下，对数据进行加密。具体请参考后续相关章节内容；
- 暂停/继续功能。暂停或者继续进行数据传输。它们都是属于本地操作，由 RRC 通过控制接口进行控制。

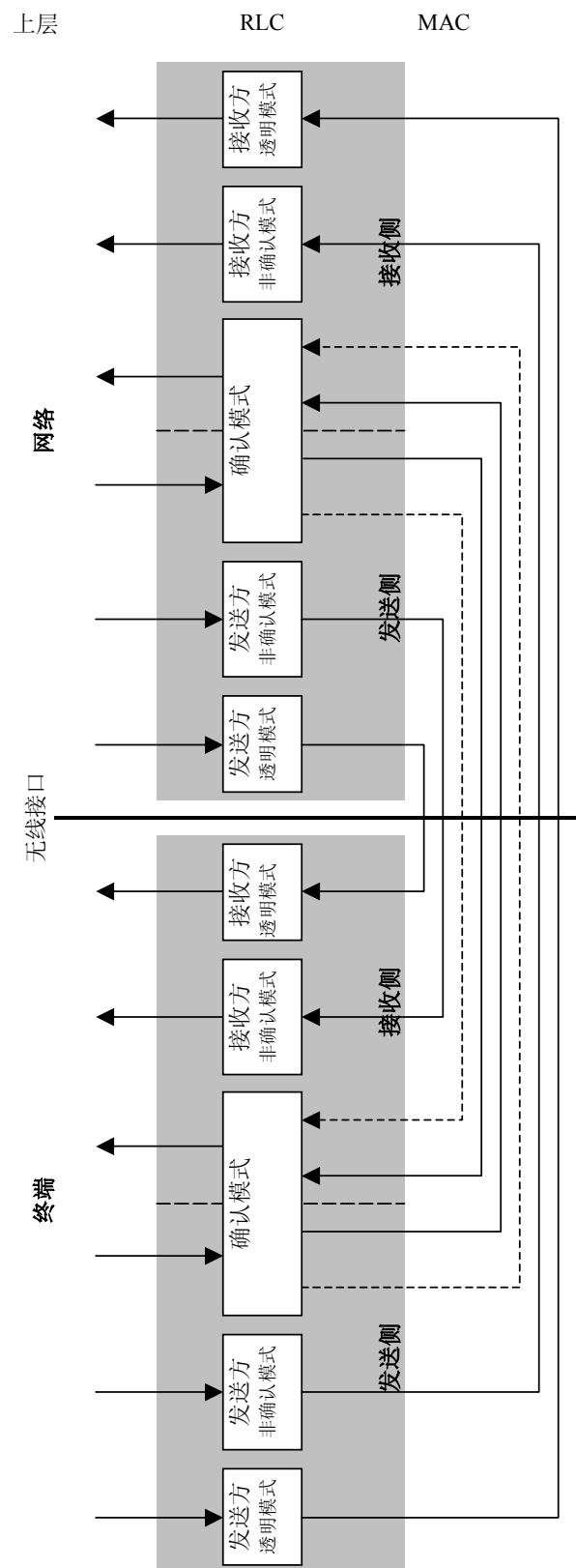


图 5.5 RLC 层模型

### 5.4.3 RLC AM 操作过程

我们利用图 5.6 来说明数据是如何通过 RLC 层的。

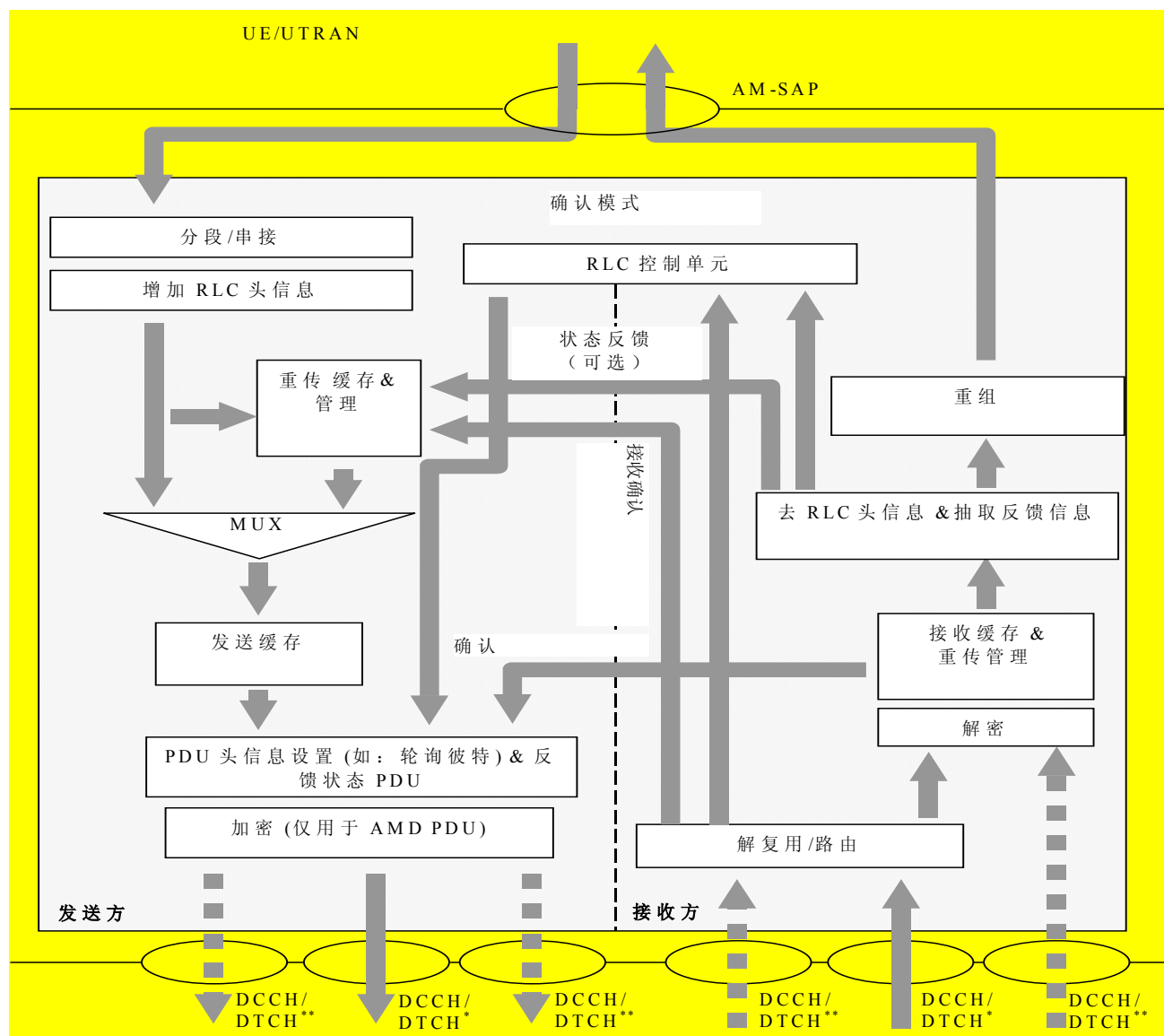


图 5.6 AM 实体模型

#### 发送侧：

RLC 通过 AM-SAP 从高层接收到 RLC SDU，并进一步级联分割成固定长度的负荷单元（PU）。这些 PU 的长度是半静态，是在 RB 建立期间协商确定的，并且可以根据 RRC 来重新配置。在 PU 头部添加了必要的用来指示级联的 SDU 起始位置的 Length Indicator 之后，就放到 Tx Buffer。这里还负责重发管理。

从 Tx Buffer 中取出一个 PU，并在其头部加上其它必要的协议标记，其中主要包括 RLC PDU 序号 SN、轮询比特 P 等控制信息。如果 PU 不能填满 AMD PDU，那么还可以携带 Status PDU 或者进行填充。所携带的 Status PDU 既可以由接收侧产生，也可以由发送侧产生。它们携带了必要的反馈报告和状态指示信息。在完成对前两个字节以外的其它部分进行加密以后，RLC AMD PDU 将经

由逻辑信道传递给 MAC。

#### 接收侧：

AM 实体的接收侧通过逻辑信道从 MAC 接收 RLC AMD PDU 和其它信息。CRC 错误检测是在物理层进行的，并将检查结果通过 MAC 报告给 RLC。因此 RLC 能够了解这个 PDU 是否正确。如果 PDU 为错误，那么 RLC 利用 ARQ 功能将产生一个重传请求。该请求包含在一个 Status PDU 内，并由发送侧被携带或者直接发送给对方。正确的 AMD PDU 首先被解密，取出头部信息和携带的状态信息再转交到发送侧处理。如果 PDU 包含有数据 PU 部分，则这些数据 PU 被放入 Rx Buffer 中等待重组。当属于一个 SDU 的所有 PU 都在 Rx Buffer 中，那么这个 SDU 就被重组，然后经过顺序递交检查和复制检查后递交给高层。

#### 5.4.4 RLC TM/UM/AM 模式的性能比较

在现阶段，RLC 层能够支持三种模式：TM/UM/AM。究竟选择那种模式主要取决于无线承载的 QoS。对此简要如下：

TM/UM 主要是为实时业务而设计。因为对于某些实时业务来说，主要的目标是要求最小时延，而允许一定的数据损失。为了满足这样要求，RLC 必须支持立即递交。如果在实时业务中采用 RLC 重传，则由于无线接口和 Iub 接口存在较长的往返时延，从而在 RLC 中引起较大的时延，将会严重降低业务的 QoS，同时也增加了额外的 buffer 开销。

AM 主要是为非实时业务而设计，其特性与 TM/UM 不同。非实时业务能够容忍一定程度的时延，但要求更高的传输质量。因此在 AM 模式中利用 ARQ 重传机制是至关重要的。于是 AM RLC 需要一些额外的功能和参数来实现重传，以提供非实时业务所要求的 QoS。RLC 重传的代价是增加了时延。一次重传的时延不超过 150ms。

总之，对 TM/UM/AM 模式的选择主要是根据业务特性决定的。

- TM/UM：对时延敏感，对错误不敏感，没有反馈消息，无需重传。所以常常用于实时业务（如会话业务，流业务）；
- AM：对时延不敏感，对错误敏感，有反馈消息，需要重传。所以常常用于非实时业务（交互业务，后台业务）。

但是，对于某些业务却有一些特殊要求，比如对时延敏感、要求立即递交、出错时不必重传但却需要反馈报告，以便了解状态信息。又例如，基于 ROHC 的实时 IP 分组业务（ROHC 的具体内容 RFC 3095 及 PDCP），它虽然是实时性业务，但同时需要反馈信息来调整压缩算法。目前 TM/UM/AM 都不能满足这样的业务特性要求。因此，现在也有很多关于是否需再增加一种新的 RLC 传输模式来支持这样的业务的研究。

#### 5.5 PDCP 分组数据汇聚协议

分组数据汇聚协议层（PDCP）存在于用户平面，只处理分组（PS）业务。

网络层协议应能够运行于多种子网和数据链路上。UMTS 支持多种网络层协议，为用户提供协议的透明性，可支持的协议有 IPv4 和 IPv6。在 UTRAN 上引入新的网络层协议应当不改变 UTRAN 的原有协议。因此，所有与上层报文传送相关的功能，应当被 UTRAN 的网络层实体以透明方式执行。这是对 UTRAN PDCP 的一个必备要求。

对 UTRAN PDCP 的另一个要求是提高信道效率，是通过采用多种优化方法来的。目前使用

的方法主要是 IETF 标准化的头部压缩协议——RFC2507 和 RFC3095。通过下面一个简单的例子，我们就可以看出头压缩带来的好处：通常对于 IPv4 和 IPv6 的数据包，RTP/UDP/IP 头的大小为 40~60 个字节，如果此时承载的是 IP 语音业务，其净负荷常常是 20 字节以下。在这种情况下，头部开销大大降低了空中接口的传输效率。为了避免这种情况的出现，在设计 PDCP 时，最基本的方法就是采用头压缩技术。

### 5.5.1 PDCP 结构

图 5.7 显示了 PDCP 的协议模型。每个 PDCP-SAP 使用一个 PDCP 实体，每一个 PDCP 实体可以使用零种、一种或多种头部压缩协议；多个 PDCP 实体可能使用相同的协议，协议类型及其参数由高层协商并通过 PDCP-C-SAP 来告知 PDCP 实体。通常情况下，每一个 RB 连到一个 PDCP 实体，每一个 PDCP 实体都对应于一个 RLC 实体。PDCP 提供无线承载复用的功能，这种复用是通过使用确认模式的 RLC 的一个 PDCP 实体，提供两个 PDCP 业务接入点（PDCP SAP）来实现的。下图中的 PDCP 实体就是这种情况。图 5.7 只是代表了一种可能的 PDCP 结构，并不涉及具体实现。

应该指出的是，复用功能属于未来增强版本的一部分，这里不再详细讨论。

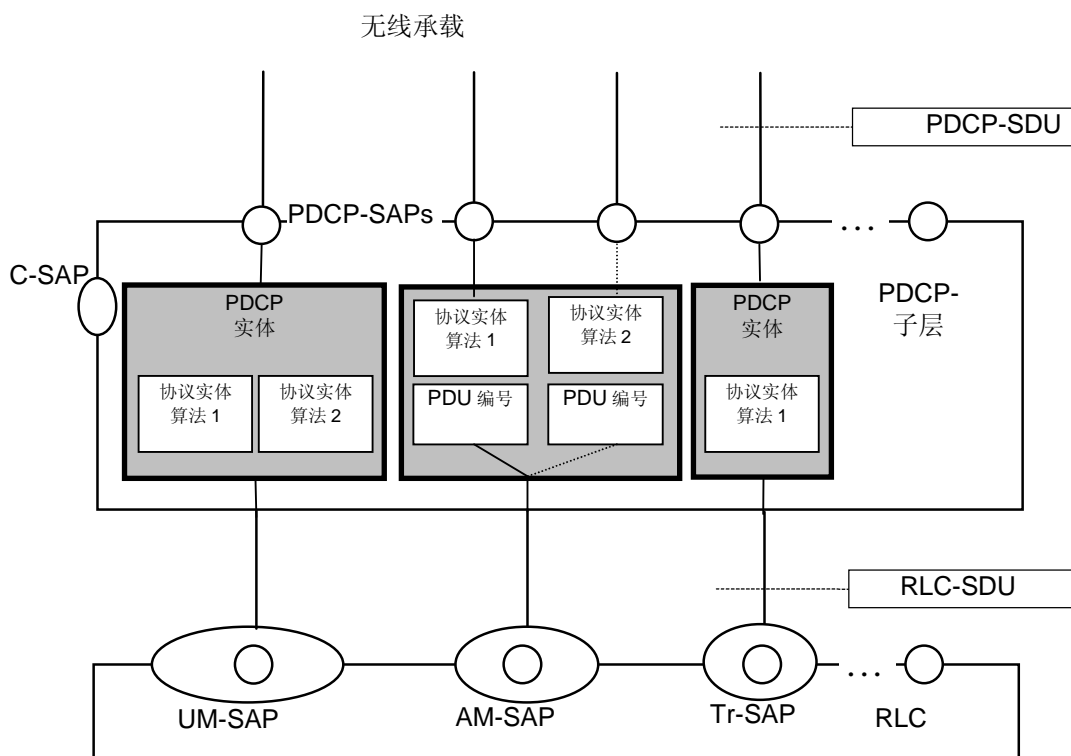


图 5.7 PDCP 结构

### 5.5.2 PDCP 功能

分组数据汇聚协议层（PDCP）主要包括以下功能：

#### 数据包头压缩

在发送与接收实体中分别执行 IP 数据流的头部压缩与解压缩(如 TCP/IP 和 RTP/UDP/IP 头部)。



头部压缩的方法特定于具体的网络层协议。在 PDCP 上下文激活时，网络协议类型被指定。每个 PDCP 实体使用的头部压缩协议及参数，由高层配置并通过 PDCP-C-SAP 告知 PDCP 实体。在操作期间，对等 PDCP 实体的压缩和解压缩初始化的信令在用户平面执行。PDCP 层应当能够支持多种头部压缩协议，并且在将来还可以进一步扩展。

在 Release99 的规范中，指定的压缩方法是 RFC 2507。RFC 2507 本身的反馈机制相对比较缓慢，当 RLC 承载 PDCP 业务时，它们之间通过规定的原语来通知哪个 RLC 数据包被确认或者丢弃。在 IETF 规范 RFC2507 中描述了头压缩方法、错误恢复及分组重新排序的机制。

在 Release5 中，为了使 PDCP 能更好的承载业务，引入了 RFC 3095 机制。RFC 3095 提供了 Robust Header Compression (ROHC)能力和分段的功能，使 PDCP 子层的处理更加灵活。感兴趣的读者请参见相应的 IETF 规范。

### 用户数据传输

将非接入层送来的 PDCP-SDU 转发到 RLC 层，反之亦然。

当收到 PDCP\_DATA\_REQ 原语时，如果协商使用头部压缩，PDCP 实体应当执行这一操作，然后递交到 RLC。当对等的 PDCP 实体收到 PDCP-PDU 时，执行解压缩操作。数据的传递可以使用 RLC 任何一种操作模式。下图说明了确认模式 AM RLC 的数据传输。

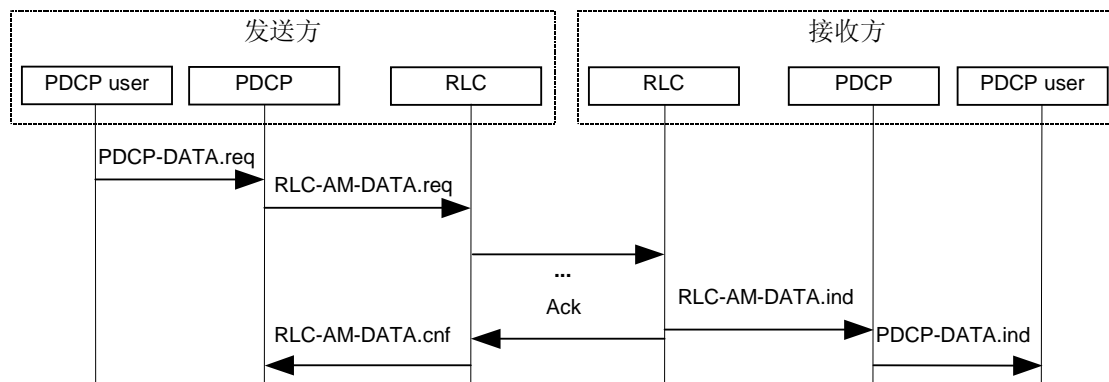


图 5.8 使用确认模式 RLC 的数据传输

### 支持无损 SRNC 重定位

无损的 SRNS 重定位只适用于 RLC 顺序传送和确认模式的 RLC 实体。PDCP 仅在有能力支持时才支持无丢失 SRNS 重定位。PDCP 能否支持无损的 SRNS 重定位，由高层来指示。

在无损 SRNS 重定位期间,PDCP 将执行如下操作：

- 提供未确认 PDCP SDU 和用于转发给目的 RNC 的序列号；
- 对每一个无线承载，下一个待收的 PDCP SDU 的序号从源 RNC 传送到目的 RNC，源 RNC 将下行 PDCP SDUs 传送到目的 RNC；源 RNC 向目的 RNC 提供第一个要发送的 PDCP SDU 的发送序号。
- 目的 SRNC 应当将下一个待收的 UL\_Receive PDCP SDU 序号发送给 UE 。UE 应当将下一个待收的 DL\_Receive PDCP SDU 序号发送给目的 SRNC。这样，成功的 PDCP SDUs 传送就被证实了。

对于一个无线承载，在 SRNS 重定位期间，所有压缩实体进行复位操作。重定位期间仍然可能进行头部压缩，复位时协商的参数仍然有效。

## 5.6 BMC 广播/多播控制协议

### 5.6.1 BMC 概述及结构

广播/多播控制（BMC）是仅存在于用户平面 L2 的一个子层，它位于 RLC 层之上。L2/BMC 子层对于除了广播/多播之外的所有业务均是透明的。

BMC 实体是单向的。在 UTRAN 端，BMC 子层在每一个小区应该包含一个 BMC 协议实体。每一个 BMC 实体需要一个单独的 CTCH 信道，这个信道是由 MAC 子层通过 RLC 子层提供的，使用 RLC 非确认模式。

BMC 实体的唯一业务是直接继承于 GSM 的短消息（SMS）广播。一般认为，在 BMC 之上的 RNC 中，有一个功能体将小区广播中心（CBC）收到的 CB 消息（若有可能，执行小区列表的评估）的地理区域信息解析为相应小区信息，并在指定区域内提供服务。

一个支持小区广播业务的 UE 可以在空闲模式下接收 BMC 消息，也可以在连接模式的 CELL\_PCH 和 URA\_PCH RRC 状态下接收 BMC 消息。

图 5.9 显示出 L2/BMC 子层在无线接口协议结构中的模型。

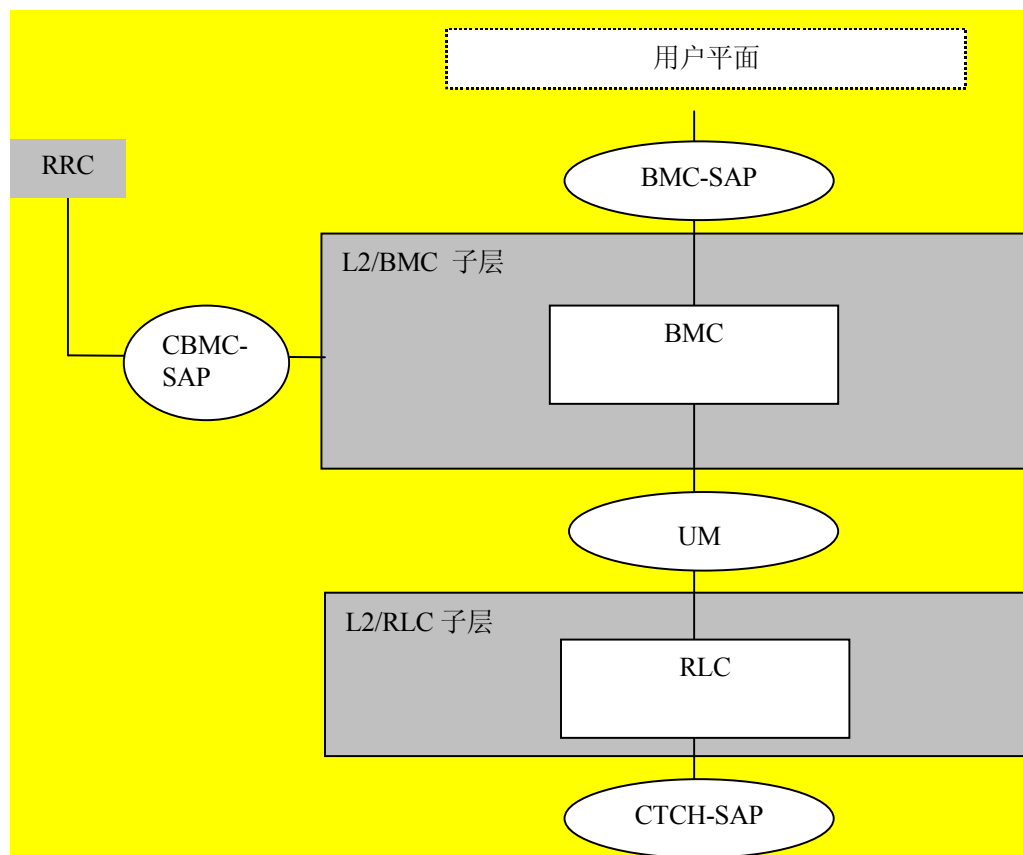


图 5.9BMC 协议模型

### 5.6.2 BMC 功能

为了更好的理解 BMC 的功能，读者可以参见下一章的 Iu 接口的 Iu-BC 域。Iu-BC 域的协议是

服务区广播协议 SABP (service area broadcast protocol) 为实现小区广播功能而引入的，主要负责 BC 域的 CN (小区广播中心 CBC) 和 RAN (通过 BMC 承载) 之间的交互。

BMC 实体主要完成以下功能：

#### 小区广播消息的存储

BMC 存储 CBC-RNC 接口上接收的小区广播消息，以便发送调度。

#### 业务量监测和为 CBS 请求无线资源

在 UTRAN 侧，BMC 根据 CBC-RNC 接口上接收的小区广播消息计算小区广播业务的传输速率，并向 RRC 请求合适的 CTCH/FACH 资源。当第一次发送 SMS CB 消息时，小区必须分配适当的容量，配置的 CTCH 通过系统消息广播到小区内的每个 UE。业务量测量会根据业务传输速率向 RRC 进行报告，以便更新配置，有效地利用空中接口资源。

#### BMC 消息的调度

BMC 在 CBC-RNC 接口上接收调度信息和每条小区广播消息。基于调度消息，UTRAN 侧 BMC 调度 BMC 消息序列；在 UE 侧，BMC 对调度消息进行评估并向 RRC 指示调度参数，以便 RRC 配置底层进行 CBS 的非连续接收。

#### 向 UE 发送 BMC 消息

根据调度发送 BMC 消息（调度信息和小区广播消息）

#### 向高层（NAS）传递小区广播消息

向 UE 的高层传递收到的小区广播消息。

## 5.7 RRC 无线资源控制协议

### 5.7.1 概述

3GPP TS 25.331 无线资源控制协议 RRC (Radio Resource Control) 是 UTRAN 中高层协议的核心规范，其中包括了 UE 和 UTRAN 之间传递的几乎所有的控制信令，以及 UE 在各种状态下无线资源使用情况、测量任务和执行的操作。它的核心作用从下图中可见一斑。

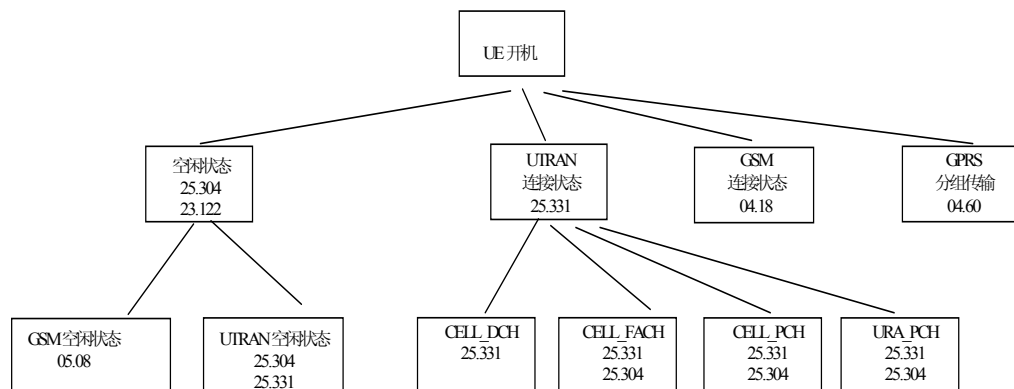


图 5.10 UE 状态和 3GPP 规范的映射图

RRC 对无线资源进行分配并发送相关信令。UE 和 UTRAN 之间控制信令的主要部分是 RRC 消息。RRC 消息承载了建立、修改和释放层 2 和物理层协议实体所需的全部参数，同时也携带了 NAS

（非接入层）的一些信令，如 MM、CM、SM 等。

下层的一些测量报告可以为 RRC 分配无线资源提供参考。控制操作和测量报告将通过 RRC 与低层的接入点进行交互。详细如图 5-11 所示。

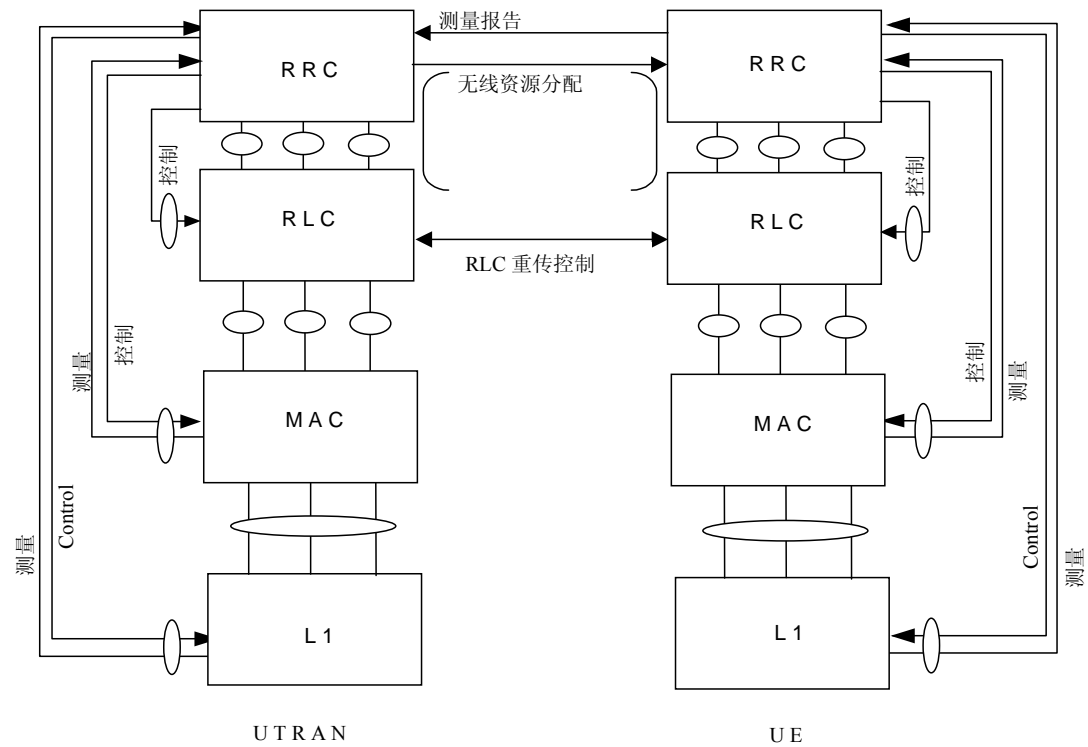
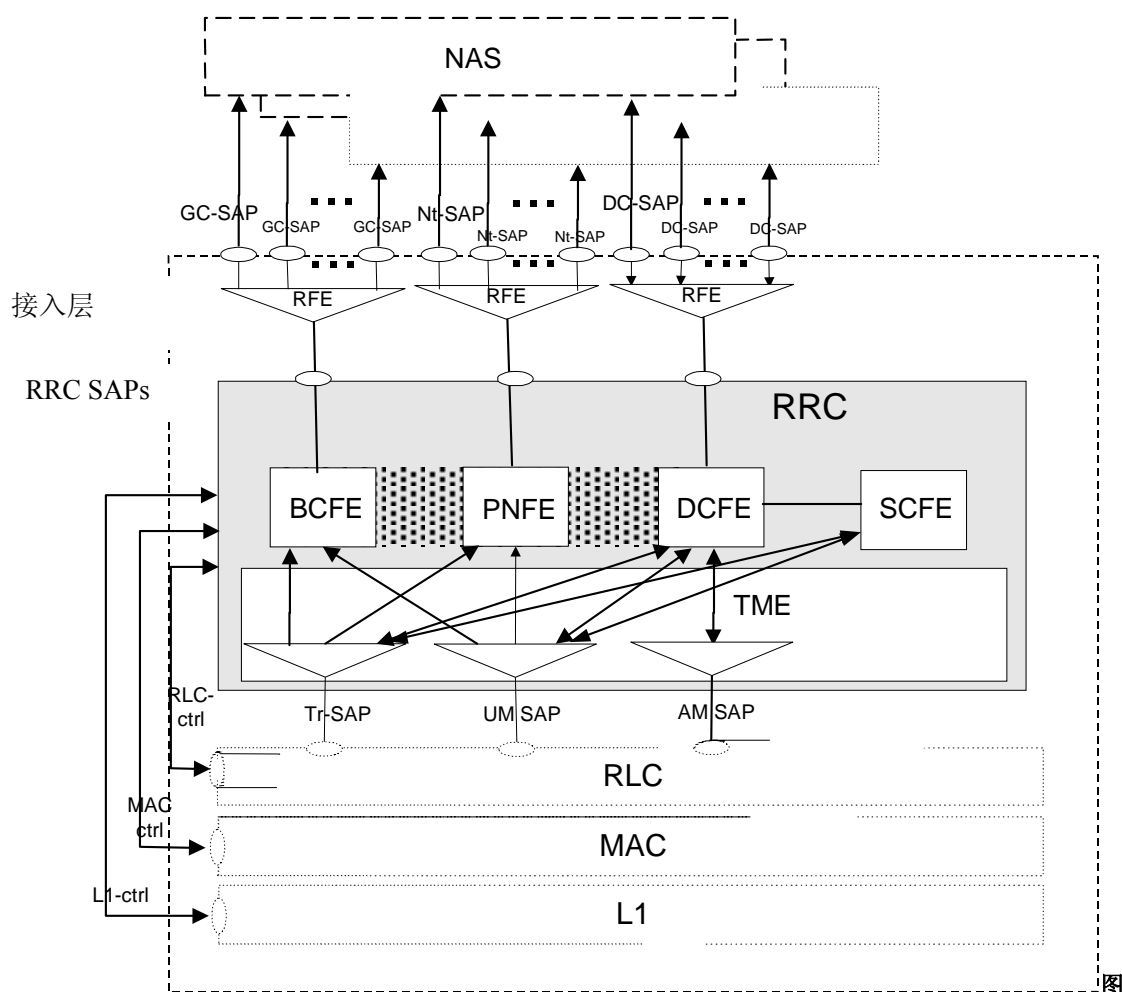


图 5.11 RRC 与低层的交互动作

### 5.7.2 RRC 结构与功能

下面我们以 UE 侧 RRC 为例进行简单地说明。



5.12 UE 侧 RRC 模型

从上图中我们可以看出，RRC 层主要有六个功能实体：

**路由功能实体(RFE)：** 处理高层消息到不同的移动管理/连接管理实体（UE 侧）或不同的核心网络域（UTRAN 侧）的路由选择。

**广播控制功能实体(BCFE)：** 处理广播功能。该实体用于发送一般控制接入点（GC-SAP）所需要的 RRC 业务。BCFE 能使用低层透明模式接入点（Tr-SAP）和非确认模式接入点（UM-SAP）提供的服务。

**寻呼及通告功能实体(PNFE)：** 控制寻呼没有 RRC 连接的 UE。该实体用于发送通告接入点（Nt-SAP）所需要的 RRC 业务。能使用低层 Tr-SAP 和 UM-SAP 提供的服务。

**专用控制功能实体(DCFE)：** 处理特定的某个 UE 的所有功能。该实体用于发送专用控制（DC-SAP）所需要的 RRC 业务。根据发送的消息和当前 UE 服务状态，DCFE 可使用低层 Tr-SAP 和 UM/AM-SAP 提供的服务。

**共享控制功能实体(SCFE)：** 控制 PDSCH 和 PUSCH 的分配。该实体使用低层 Tr-SAP 和 UM-SAP 提供的服务。在 TDD 模式下，SCFE 还用于协助专用控制功能实体。

**传输模式实体(TME)：** 处理 RRC 层内不同实体和 RLC 提供的接入点之间的映射。

需要注意的是，在 RRC 子层功能实体内也存在逻辑信息的交换。对此不再进行详细介绍。

RRC 层向上层提供信令连接以支持与上层之间的信息流交换。信令连接是在 UE 和核心网之间传输高层信息。对每个核心网域，最多只能同时存在一个信令连接；对于一个 UE 而言，同时最多也只能存在一个 RRC 连接。

RRC 层的主要功能有：

- 广播由非接入层（核心网）提供的信息；
- 广播与接入层相关的信息；
- 建立、维持及释放 UE 和 UTRAN 之间的一个 RRC 连接；
- 建立、重新配置及释放无线承载；
- 分配、重新配置及释放用于 RRC 连接的无线资源；
- RRC 连接移动功能；
- 控制所需的 QoS；
- UE 测量的报告和对报告模式的控制；
- 外环功率控制；
- 安全模式控制；
- 慢速动态信道分配；
- 寻呼；
- 初始小区选择和重选；
- 上行链路 DCH 上无线资源的仲裁；
- RRC 消息完整性保护；
- 定时提前；
- CBS 控制；

我们将在下面各节中，通过典型的 RRC 过程介绍其有关的主要功能。

### 5.7.3 RRC 状态

UE 有两个基本的操作模式：空闲模式和连接模式。连接模式又可以进一步分为 CELL\_DCH、CELL\_FACH、CELL\_PCH 和 URA\_PCH 几种状态。这些状态定义了 UE 使用的物理信道种类、测量和移动性管理任务，以及发生状态转移时的动作。

图 5.13 给出了 RRC 在连接模式下的状态，包括在 UTRAN 连接模式和 PSTN/ISDN 域的 GSM 连接模式之间、以及 UTRAN 连接模式和分组域 GSM/GPRS 分组模式之间的转换。同时也描述了在空闲模式和 UTRAN 连接模式的转换。

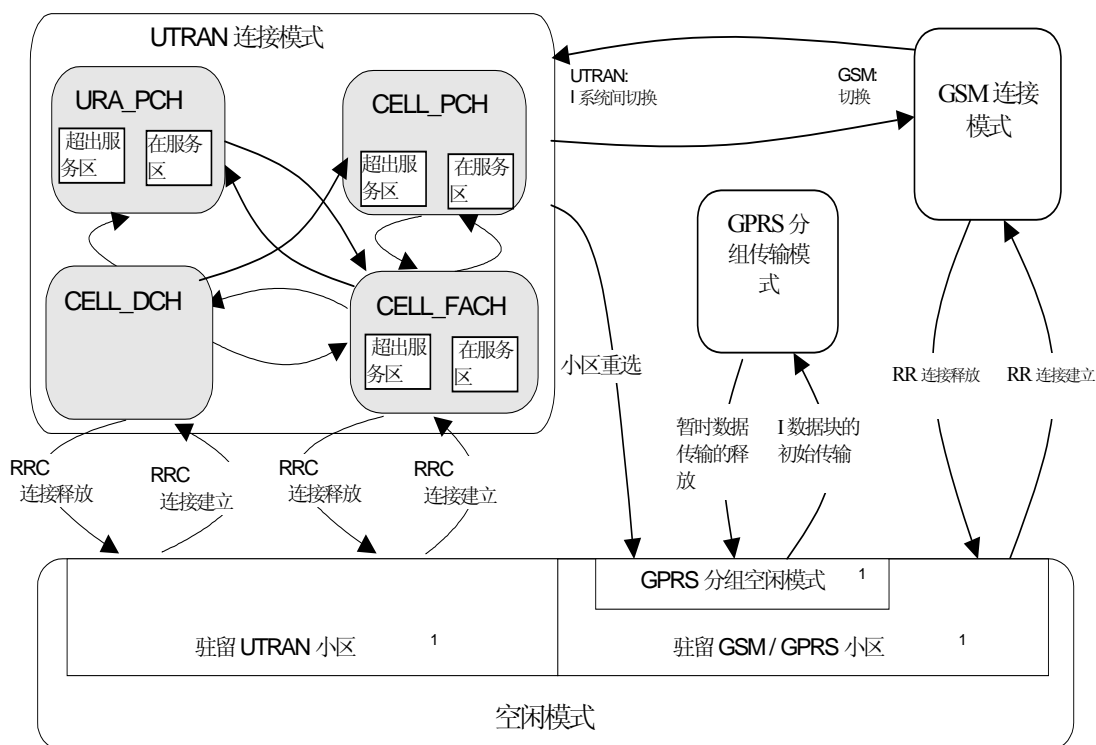


图 5.13 RRC 状态迁移

应该注意的是，并非所有状态对全部 UE 连接都适用；对于特定的 UE 连接，可能只与部分状态相关。

UE 开机之后，将会从选定的 PLMN 中选择一个合适的小区，通过该小区使用网络资源并解调出小区的控制信道，这个过程称之为“小区驻留”；物理层中描述的小区搜索属于驻留过程的一部分。当 UE 在一个小区驻留之后，就能够接受系统信息和小区广播消息。

除非 UE 发起 RRC 连接建立请求，否则会一直处于空闲模式。处于空闲模式的 UE 由非接入层标识，如：IMSI、TMSI 和 P-TMSI；UTRAN 中没有任何单独的、空闲模式下 UE 的信息，它只能进行寻址，向小区内所有的 UE 或监听同一寻呼时段的所有 UE 发送消息。

UE 通过建立 RRC 连接由空闲模式转至连接模式，可能进入 CELL\_DCH 或 CELL\_FACH 状态，这点我们将在后面予以说明。

如上所述，UTRAN 的连接模式有四种不同的状态：CELL\_DCH、CELL\_FACH、CELL\_PCH 和 URA\_PCH 状态。下面详细介绍这几种状态的特征及其相互之间的迁移。

#### (1) CELL\_DCH

UE 被分配专用的物理信道，并且 SRNC 能够知道 UE 所在的小区；在此状态下，UE 可以使用专用传输信道、上下行共享信道或者两者的组合。

UE 进行测量，并根据从 RNC 接收到的测量控制信息发送测量报告。

CELL\_DCH 状态通过空闲模式建立 RRC 连接进入，或从 CELL\_FACH 状态下建立专用资源进入。处于 CELL\_DCH 状态下的 UE 可以通过释放 RRC 连接转入空闲模式，或释放专用物理信道而进入其他几种状态。

#### (2) CELL\_FACH

UE 没有专用的物理信道，可以使用 RACH/FACH 信道传递信令或少量的用户数据，同时也可以建立一个或多个 USCH/DSCH 信道。

UE 进行测量并向网络发送测量报告。默认情况下，UE 根据接收到的系统消息进行测量；网络也可以通过专用的测量控制消息告知 UE 执行的动作。当二者不完全一致的情况下，后者具

有更高的优先权。

UE 持续监控下行的 FACH 信道并读取有效的系统信息。系统将消息变更的通知通过 FACH 报告给 UE，根据该通知，UE 可以在 BCH 信道上读取新的系统消息。

在 CELL\_FACH 状态下，UE 根据小区选择的规则进行小区重选，并通过小区更新的消息来告知 UTRAN 终端目前的位置。如果 UE 选择了一个属于其它系统的小区，UE 将进入空闲模式，然后根据相应的规范要求接入另外的系统。

处于 CELL\_FACH 状态下的 UE 可以通过释放 RRC 连接转入空闲模式，或根据网络的要求进入 CELL\_PCH 或 URA\_PCH 状态；如果分配了专用物理信道，UE 则转入 CELL\_DCH 状态。

### (3) CELL\_PCH

在 CELL\_PCH 状态下 UE 没有专用的物理信道；UE 将根据网络提供的算法选择 PCH 信道，并使用 DRX（非连续接收）监控与之伴随的 PICH 读取寻呼信息，以达到终端节电的目的。

在 CELL\_PCH 状态下 UE 没有任何激活的上行链路，如网络希望启动任何动作，需要通过寻呼通知 UE 随后的下行动作，或者通过上行接入迁移到 CELL\_FACH 状态。

UE 能够监听 BCH 上的广播消息。支持小区广播业务（CBS）的 UE，在此状态下也可以接收 BMC 消息。

UTRAN 通过 UE 最后一次上报的小区更新消息确定其位置。在此状态下，小区重选动作必须要迁移到 CELL\_FACH 状态。在此期间没有引发其他动作，过程结束之后，UE 将重新迁回 CELL\_PCH 状态。该状态下的 UE 不能接收到专用的测量消息，所有的测量动作都是根据接收的系统消息来执行。

在 UE 的活动性很低的情况下，UTRAN 可以命令 UE 迁移到 URA\_PCH 状态以减少不必要的小区更新过程。此动作的执行要经过 CELL\_FACH 状态。网络可以通过设定一个定时器或计数器——记录小区更新的次数，当此数值超过一定门限的时候就触发上述动作。

### (4) URA\_PCH

URA\_PCH 和 CELL\_PCH 状态下具有非常类似的特征，如信道特征、系统消息的读取和测量动作等等。这里，我们只介绍二者的区别。

UTRAN 通过 UE 最后一次上报的小区更新消息确定其位置。在此状态下，UE 也可以进行小区重选，重选之后不执行小区更新，而是从 BCH 中读取 UTRAN 注册区标识（URA）；仅当 URA 发生变更的时候，UE 才将其位置信息重新通知 SRNC。此过程是通过 URA 更新完成的。同 CELL\_PCH 一样，此动作必须也要迁移到 CELL\_FACH 状态。如果在此期间没有引发其他动作，过程结束之后，UE 将重新迁回 URA\_PCH 状态。

URA 由一个或多个小区组成，多个 URA 在地理上可以重复覆盖，这种重叠区域的设置在一定程度上避免了网络乒乓效应。一个小区可以属于多个 URA，只有当 UE 在小区 URA 中没有找到匹配的标识，才会启动 URA 更新过程。

## 5.7.4 RRC 过程

RRC 层处理 UE 和 UTRAN 之间大部分的控制信令，完成的功能非常复杂，如 5.7.2 节所叙述的。这些功能绝大部分都和 RRM 算法有关，但是所有相关的配置都是在 RRC 消息中传送，作为 RRC 协议的一部分。这里我们将通过典型 RRC 过程为例，分析 RRC 的主要功能。安全功能也是 RRC 功能重要的一部分，我们在下一个小节中单独进行描述。

### (1) 系统消息广播

系统消息来源于核心网及 RNC，并在基站进行周期性地重复发送。系统信息块由同类型的



系统信息元素组成，在 BCCH 逻辑信道上发送。BCCH 可以映射到 BCH 和 FACH 信道。绝大部分系统信息在 BCH 上发送，当系统消息发生变更的情况下，网络通过 FACH 通知 UE。

一条系统信息可以传送几个 SIB 或者一个 SIB 的一部分，这依赖于所要传输的 SIB 的大小。同时传输的消息大小要适合一个 BCH 和 FACH 传输块的大小。若一个 SIB 信息大于预定传输块的长度，应对其进行分段后，分别在几个消息中传输；若 SIB 信息较少，UTRAN 可以在同一个消息内串接几个完整的 SIB。同样，UE 的 RRC 也要执行对接收到的信息段进行重组：属于同一个信息块的短消息根据相应的索引进行组合，收到全部的信息后再进行解码；对多次出现的 SIB，每次均需要独立重组。

系统信息块成树状结构，如图 5.14 所示。

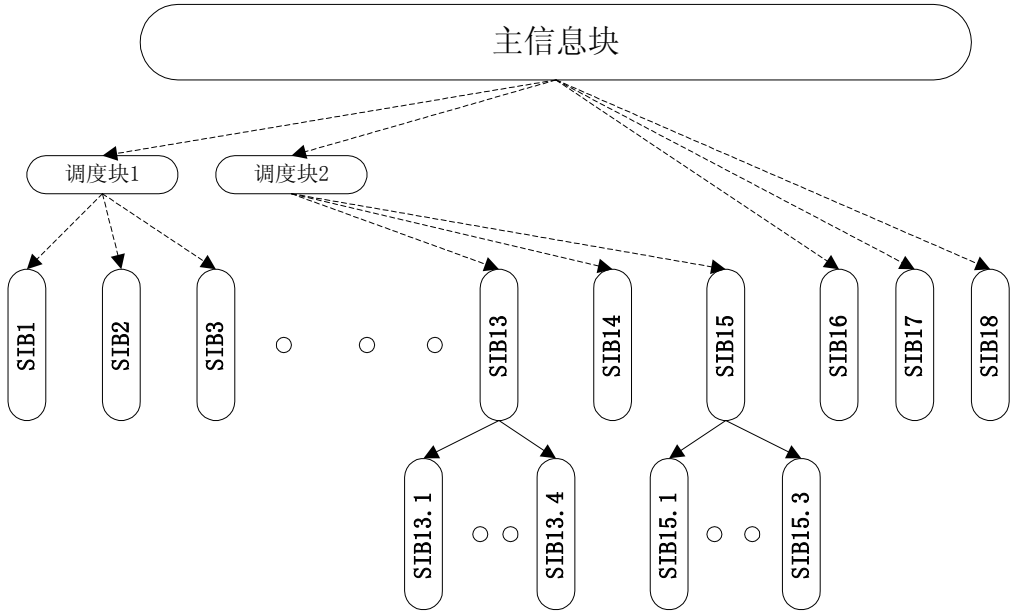


图 5.14 系统信息块结构

在一个小区中，主信息块（MIB）给出小区内其他系统信息块的参考和调度信息。主信息块可以对包括一个或两个调度块的参考和调度信息进行选择。这些调度块包含另外的系统信息块给出参考和调度信息。主信息块在 BCH 上有规则的发送，并且只包含 PLMN 类型和相关核心网标识。实际的系统信息包含在其他的消息块内。

系统信息可以在 CELL 和 PLMN 范围内进行广播：若范围是小区，UE 只认为系统信息块在所读小区是正确的；若为该小区预先存贮了系统信息块，UE 应检查所进入小区的系统信息块标记是否与存贮的相同。若范围是 PLMN，UE 应在选择新的小区时检查该系统信息块的标记。若新的小区中系统信息块的标记与 UE 所存贮的系统信息块标记不同，UE 应重读该系统信息块。

UE 应在空闲模式及 CELL\_FACH、CELL\_PCH 和 URA\_PCH 状态下接收 BCH 信道上的系统消息，通过监视主信息块和调度信息块能获知系统消息是否发生变化。UTRAN 也可以通过 PCH 上的寻呼信息或 FACH 发送的消息通知 UE 系统信息的变化，后者适用于 CELL\_FACH 状态的 UE。

(2) 寻呼

该过程用于在寻呼控制信道（PCCH）上给选定的处于空闲模式、CELL\_PCH 或 URA\_PCH 状态下的 UE 传输寻呼信息。

寻呼过程通常有以下几个功能：

- 网络高层（核心网）可能要求寻呼，发起呼叫或建立信令连接。这种来自核心网的寻

呼请求将通过 Iu 接口。

- UTRAN 能在 CELL\_PCH 或 URA\_PCH 状态下启动对一个 UE 的寻呼，以触发小区更新过程或通知其随后的下行动作。
- 通知在空闲模式、CELL\_PCH 或 URA\_PCH 状态下的 UE 读取更新的系统信息。

需要说明的是，寻呼有两种类型：PAGING TYPE1 和 PAGING TYPE2。后者称之为专用寻呼，在 DCCH 上传送。通常用于 UE 已经和核心网的一个域建立信令连接的情况下，与该 UE 进行点对点的操作。

### (3) RRC 连接管理

该过程是为了在 UE 和 UTRAN 之间建立一个 RRC 连接。其动作是根据 UE 的非接入层请求进行初始化，在网络发起的情况下，需要事先通过寻呼通知 UE。终端和网络之间的非接入层信令包括 RRC 连接和 Iu 连接，这里 RRC 连接指的是空中接口的信令连接。如前所述，UE 和 UTRAN 之间最多只能存在一条 RRC 连接；在 UE 和 CN 域之间存在多个信令连接的情况下，他们将使用同一个 RRC 连接。

RRC 连接过程如图 5.15 所示。

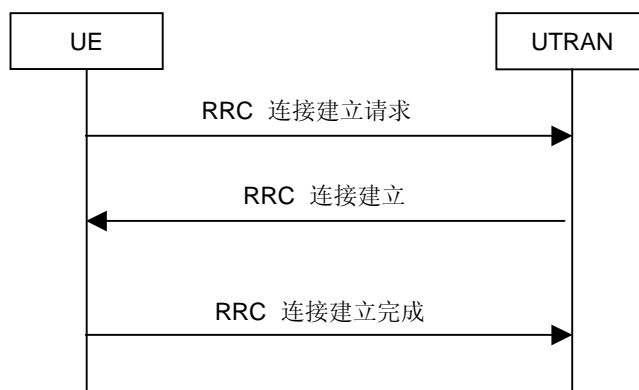


图 5.15 RRC 连接建立

UE 通过建立 RRC 连接进入连接模式，网络通过 IE (Information Element) RRC 状态指示器 r 指示 UE 进入的状态——CELL\_DCH 或 CELL\_FACH。RRC 连接过程可以建立 3 个或 4 个信令无线承载 (SRB)，分别以 RB1 到 RB4 标识。这些信令承载可以通过后续的无线承载控制过程进行更改或删除。SRB 建立规则如下：

- 在 CCCH (UL: RLC-TM, DL: RLC-UM) 上发送的所有消息使用 RB 0，如小区更新、URA 更新等。
- 使用 RLC 非确认模式 (RLC-UM)，在 DCCH 上发送的所有消息使用 RB 1。
- 采用 RLC-AM 模式，在 DCCH 上发送的所有消息使用 RB2。除了携带高层 NAS 信令的 Direct transfer 消息。
- 当 RRC 消息携带高层信令（直接传输消息）并在 DCCH 上以 RLC-AM 模式发送时，应该采用 RB3；保留专用无线承载的目的是确保消息的高优先级。
- RB4 和 RB3 类似，也适用于传递 NAS 信令（直接传输消息），同样使用 DCCH 以 RLC-AM 模式发送。优先级比 RB3 低。

为使读者明确 UE 和网络之间的信令握手，我们以下图为例简单予以说明（RRC 连接伴随 DCH 建立）。

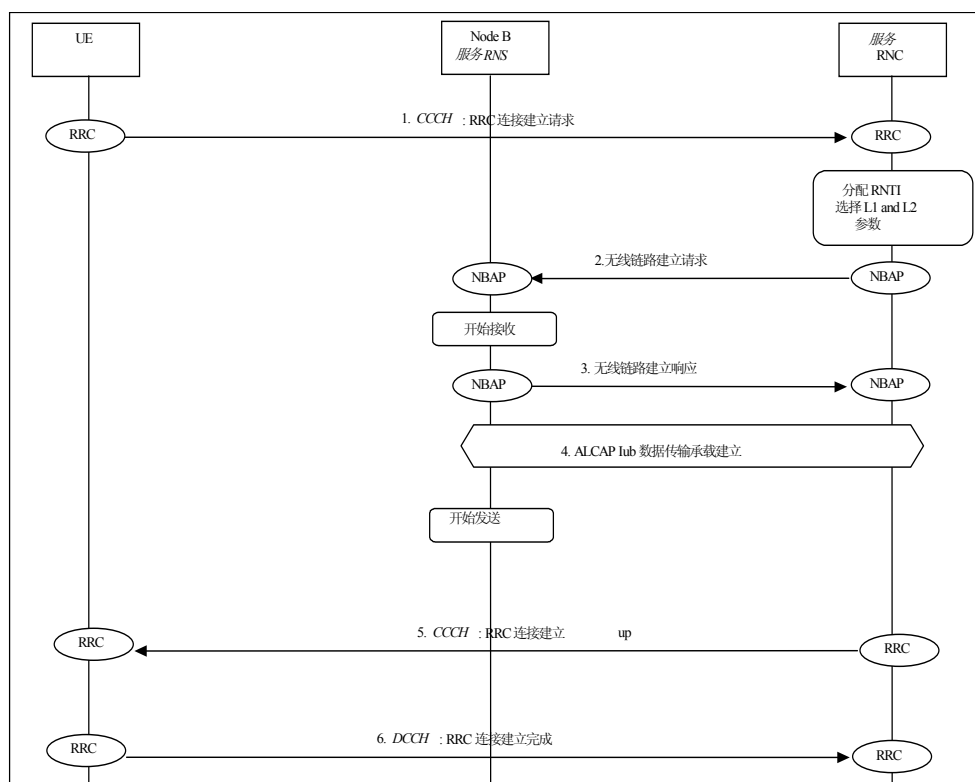


图 5.16 DCH 建立

UE 和网络之间的信令握手过程基本如下：

- 1、UE 在 CCCH 上发送 RRC 连接建立请求；
- 2、SRNC 决定 RRC 连接建立消息并建立 DCH，消息中将携带用户无线网络标识和低层配置参数；接着，SRNC 向 NodeB 发送 NBAP 消息，完成“无线链路建立”；
- 3、NodeB 根据接收到的消息配置资源，开始接收上行信号，向 SRNC 回复相应消息；
- 4、在 Iub 接口建立数据承载，通过 AAL2 绑定标志将 Iub 数据承载和 DCH 绑定；
- 5、发送下行信息；
- 6、SRNC 通过 CCCH 向 UE 发送“RRC 连接建立”。如果建立成功，UE 将在 DCCH 上发送“RRC 连接建立完成”消息。

上图仅仅是简单的说明了一些基本操作，详细的内容可以参见相应的规范。

#### (4) RB 控制过程

无线承载是 L2 上层提供的业务，用于接入网中承载相关信令和数据。无线承载可以分为以下两类：

- 信令无线承载（SRB），用于控制平面信令；SRB 通常在 RRC 连接建立期间建立。
- 无线承载（RB），用于实现用户平面的一个无线接入承载（RAB）或其子流。

根据高层的请求，RNC 可以进行 RB 的建立、重配置和释放。建立和重配置过程中，UTRAN 要进行接纳控制和选择低层的描述参数；

物理信道和传输信道参数包含在无线承载参数中，因此可以说，物理信道和传输信道是无线承载的一部分。但在某些情况下，可以对物理信道和传输信道进行单独的配置。

由于切换过程没有专用的信令消息，所以 RB 控制过程以及物理信道和传输信道重配置过程就成了实现切换的“载体”。

#### (5) 移动性过程

RRC 连接移动性功能，是在连接模式下 UTRAN 保持对 UE 位置的跟踪。当 UE 使用专用信道时，进行移动性控制的方法是切换过程；当 UE 处于连接模式仅使用公共信道时，相应过程是为了保持对 UE 在小区或注册区（URA）层次上的跟踪。

与移动性相关的过程很多，执行过程和触发原因也是错综复杂的。在这里我们仅举几个典型的例子进行说明。

下面主要列举的过程有：

- 切换过程用于 CELL\_DCH 状态下的频内或频间切换；
- 在 CELL\_PCH 和 CELL\_FACH 状态下小区更新用于向网络报告 UE 的位置；
- 在 URA\_PCH 状态下 URA 更新用于向网络报告 UE 的位置；
- 系统间切换，用于 UTRAN 和其它系统间（如 GSM）的交互，。

### 1、小区更新

小区更新过程用于以下几个主要目的：

- 重新进入 URA\_PCH 或 CELL\_PCH 状态的服务区域后通知 UTRAN；
- 通知 UTRAN 在确认模式 RLC 实体上不可恢复的错误；
- 依靠定期小区更新，在 CELL\_FACH 或 CELL\_PCH 或 URA\_PCH 状态下作为一个监管机制；
- 小区重选后更新 UTRAN 中 UE 所驻留的当前小区的信息；
- 可用于 CELL\_DCH 状态下的无线链路失败的情况；
- 在 URA\_PCH 或 CELL\_PCH 状态被触发，通知 UTRAN 到 CELL\_FACH 的状态转移。

转移的原因是由于 UE 收到 UTRAN 发起的寻呼，或上行链路数据传输的请求；

小区更新确认将包括提供给 UTRAN 的移动性信息、RB 控制过程、物理信道和传输信道重配置信息。在这些情况下，UE 也将使用与其对应的消息，见图 5.17。

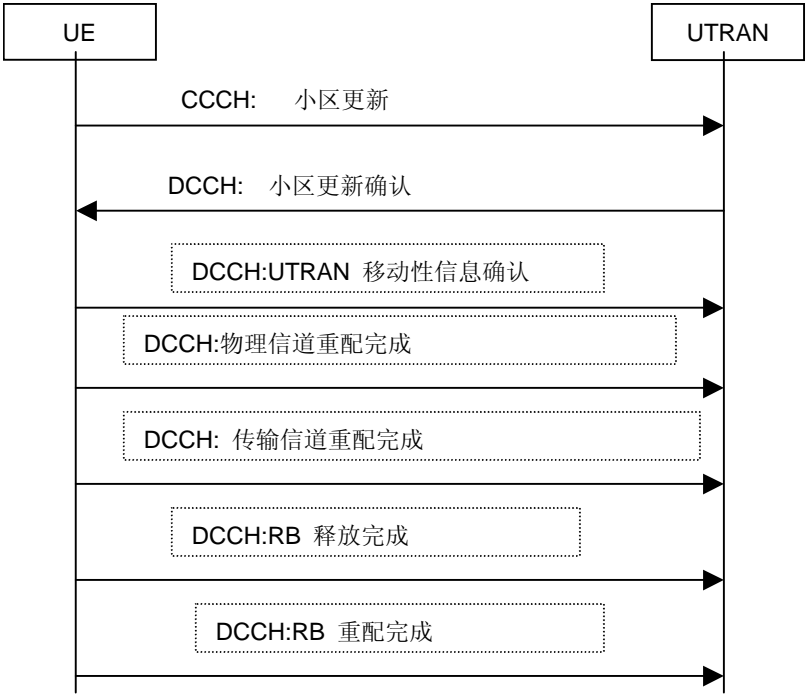


图 5.17 小区更新过程

### 2、URA 更新

URA 更新过程用于 URA\_PCH 状态。UE 进行小区重选后，若没有发现匹配的 URA 标识符，则触发 URA 更新过程。经确认可以给 UE 分配一个新的 URA 标识或者新的 RNTI。这是 UE 通

过 UTRAN 移动性信息通知 RNC 在 UE 中使用的新的标识。

在前面我们曾经描述过 URA\_PCH 状态下 UE 的特征，UE 所有的动作必须要迁移到 CELL\_FACH 状态下执行。处理流程如下图所示：

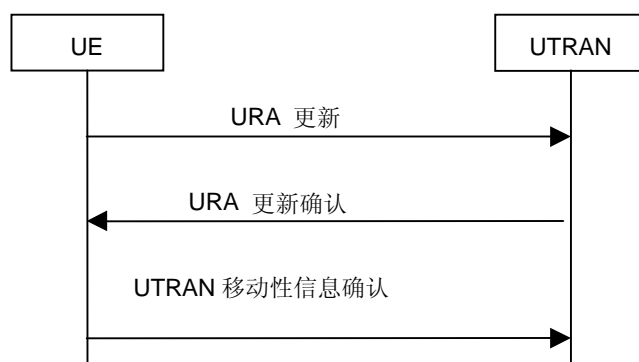


图 5.18 URA 更新过程

UTRAN 注册区分层标识，URA 地理位置区可以重叠，一个小区的 UE 可以属于几个 URA；这种网络配置方案可以减少许多不必要的小区更新信息。

### 3、SRNC 重定位

为支持 SRNC 重定位，SRNC 的 RRC 定义了一个 RRC Container——包含了 RRC 状态信息和在新的 RNC 中建立 UE 上下文所需要的协议信息（RRC、RLC、MAC、PDCP、PHY）。这些信息并不通过空中接口传输，而是从核心网传递至目标 RNC。

如果配置中支持无损的 SRNS 重定位，相应的 PDCP 序列号在重定位期间必须传递到目标 RNC 并通知 UE。

### 4、切换

网络通过相应的测量和 UE 发送的测量报告，或者需要做 DCA 调整，将会触发切换过程。切换过程可以是同频也可以是异频，该过程只应用于 CELL\_DCH 状态。规范中没有为切换定义专门的消息，切换过程通过无线承载建立、无线承载释放、无线承载重配置、物理信道和传输信道重配置过程来实现。

系统间切换主要是指和 2 代 GSM 网络之间的切换，这种后向兼容性保证了网络演进的平滑过渡。

关于切换算法的描述请参见 RRM 章节。

### （6） 测量过程

测量是移动通信系统必备的功能。通过测量命令和测量报告，网络可以指示 UE 要进行哪些方面的测量。通过 UE 主动、被动的测量报告和 UTRAN 本身的测量功能，网络可以比较清楚地获知系统运行的基本情况。从这个意义上讲，测量是网络的一条生命线。

测量控制设计得非常灵活，RNC 可以初始、修改、停止 UE 的许多测量行为，并行的测量过程也可以独立进行控制。测量信息主要包含在 SIB11（适用于空闲模式）和 SIB12（适用于 CELL\_FACH、CELL\_PCH 和 URA\_PCH）中。在 CELL\_DCH 状态下，UE 可以接收到专用的测量信息。

规范中一共定义了七种测量类型，通过测量标识来标记：

- **频率内测量：**同频下行链路物理信道的测量；
- **频率间测量：**测量不同频率的下行物理信道；
- **系统间测量：**测量属于其他无线接入系统的下行链路物理信道，如 GSM；

- **业务量测量**：测量上行链路业务量，如为一个无线承载提供 RLC BUFFER；
- **质量测量**：测量质量参数，例如下行链路误块率；
- **UE 内部测量**：测量 UE 的发射功率和 UE 接收的信号电平；
- **定位测量**：计算 UE 位置信息。

注：关于定位的描述参见后面的小节。

为了使读者对测量建立一个比较全面的概念，这里介绍几个专用的测量名词：

- **测量对象**：UE 测量的对象及相关目标信息。在业务量测量中，还包含传输信道标识；
- **测量量**：UE 测量的数量，也包含对测量的筛选；
- **报告量**：UE 包含在报告中的测量数量和对特定事件的报告；
- **测量报告准则**：测量报告的触发事件，如周期性或时间触发的报告；
- **测量有效性**：定义了 UE 在那些状态下的测量有效；
- **测量报告模式**：指出 UE 用 AM RLC 还是 UM RLC 传输测量报告。

当满足报告产生的准则时，所有的测量结果都通过消息“测量报告”传输到 UTRAN。其中包含测量标识符和测量结果，见图 5.19。



图 5.19 测量报告

在 CELL\_DCH 和 CELL\_FACH 状态，UE 在上行 DCCH 发送-测量报告消息。在 CELL\_FACH 状态下只用于业务量测量报告。

在 CELL\_PCH 或 URA\_PCH 状态，UE 应先执行小区更新过程转移到 CELL\_FACH 状态。然后当变量 MEASUREMENT\_IDENTITY 中存贮的进行中的业务量测量报告准则满足时，在上行 DCCH 上发送测量报告消息。

在建立专用物理信道的过程中，为快速获取测量信息，UTRAN 要求 UE 在 RRC 连接建立请求、初始直传和小区更新等消息中携带测量信息。

#### (7) 外环功率控制

所有涉及到专用无线链路的 RRC 消息中，都包含参数“质量目标”（BLER 参考值），主要用来设定初始的 SIR。接收到的数据块根据 CRC 校验的结果统计出 BLER，并和设定的目标值进行比较，并通知 UTRAN 判定所设定的目标值是否合适。

#### (8) 开环功率控制

TD-SCDMA 中专用信道均使用闭环功率控制。下面是几个信道初始发射功率计算的公式：

$$P_{UpPCH} = L_{PCCPCH} + PRX_{UpPCHdes} + (i-1) * P_{wramp}$$

$$P_{PRACH} = L_{PCCPCH} + PRX_{PRACHdes} + (i_{UpPCH}-1) * P_{wramp}$$

$$P_{USCH} = PRX_{PUSCHdes} + L_{PCCPCH}$$

$$P_{DPCH} = PRX_{PDPCHdes} + L_{PCCPCH}$$

以上公式中的有关参数说明如下：

- \*  $P_{UpPCH}$ ,  $P_{PRACH}$ ,  $P_{DPCH}$ , &  $P_{USCH}$ : 发射功率等级 dBm;
  - \*  $L_{PCCPCH}$ : 测量路径损耗 dB ("主 CCPCH 信道发射功率" 在系统信息块 5 和 系统信息块 6 中进行广播, 或在 IE "通过上行专用物理信道功控信息" 中告知每个终端);
  - \*  $i$  是在 UpPCH 上发射的次数,  $i=1 \dots M_{max}$ ;
  - \*  $i_{UpPCH}$  是参数  $I$  最后一次的数值;
  - \*  $PRX_{PRACHdes}$ : 小区接收机处期望的 PRACH 接收功率值, 单位 dBm 。在成功的 SYNC\_UL 之后, 网络通过 FPACH 告知 UE;
  - \*  $PRX_{UpPCHdes}$ : 小区接收机处期望的 UpPCH 接收功率值, 单位 dBm 。包含在系统信息块 5 和 系统信息块 6 的 IE "SYNC\_UL info" 中;
  - \*  $PRX_{PUSCHdes}$ : 小区接收机处期望的 PUSCH 接收功率值, 单位 dBm 。通过 IE "上行共享信道的功控信息" 通知终端;
  - \*  $PRX_{PDPCHdes}$ : 小区接收机处期望的 PDPCH 接收功率值, 单位 dBm 。通过 IE "上行专用物理信道功控信息" 通知终端;
  - \*  $P_{wramp}$ : 每一次重新传输 UpPCH 的情况下, UE 按照 IE "功率爬升步长" 增加发射功率。
- 需要说明的是, 在专用信道上, 当 UE 使用公式计算出初始发射功率发射后, 马上进入闭环功率控制过程。

#### (9) 小区广播业务

RRC 层 CBS 功能包括:

- BMC 初始配置;
- 为 CBS 分配无线资源, 即 CTCH 到 FACH 的映射;
- 配置低层以便 CBS 的连续接收。

#### (10) UE 定位功能

定位服务是运营商提供给用户的下一代主要增值服务之一, 而且符合 FCC 的 "911" 规定。在 3GPP 的 Release99 版本中, 标准的定位方法有以下三种:

- 基于小区位置的定位;
- OTDOA (Observed Time Difference Of Arrival 观测到达时间差) 定位方式;
- 网络辅助的 GPS 定位方法 (A-GPS)。

由于 TD-SCDMA 系统使用了智能天线, 在 Release5 中加入了 AOA 的定位方法。

下面图 5.20 展示了 UE 定位操作的一般过程。

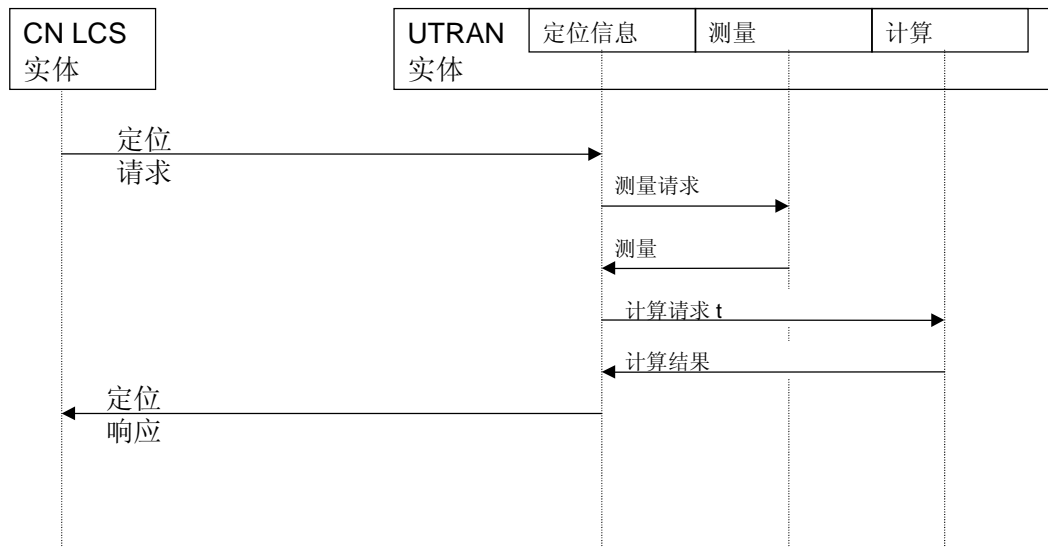


图 5.20 UE 定位操作一般过程

## 5.8 接入网安全

3G 不仅提供传统的语音业务，而各种数据和多媒体业务将是未来应用的主流。尤其是一些数据业务，如移动电子商务和网上银行等，将对未来网络的安全性提出了更高的要求。如果没有足够的安全保证，很多网络服务、新型业务将成为空谈。缺乏安全性的 3G 系统也就难以成为真正实用的 3G 系统。

为此，第三代通信系统提出了如下的安全目标：

- \* 用户信息不被窃听或盗用；
- \* 网络提供的资源信息不被滥用或盗用；
- \* 安全特征应充分标准化——保证至少有一个算法符合全球标准化；
- \* 安全等级高于目前移动网和固定网的安全等级；
- \* 安全特征具有可扩展性。

值得一提的是，安全算法的标准化也是 IMT-2000 系统的关键特征——全球漫游的基本要求之一。

### 5.8.1 系统安全结构

图 5.21 和 5.22 从不同侧面描述了 UMTS 的安全网络结构，使读者能够从整体上对安全结构有一个全面的了解。



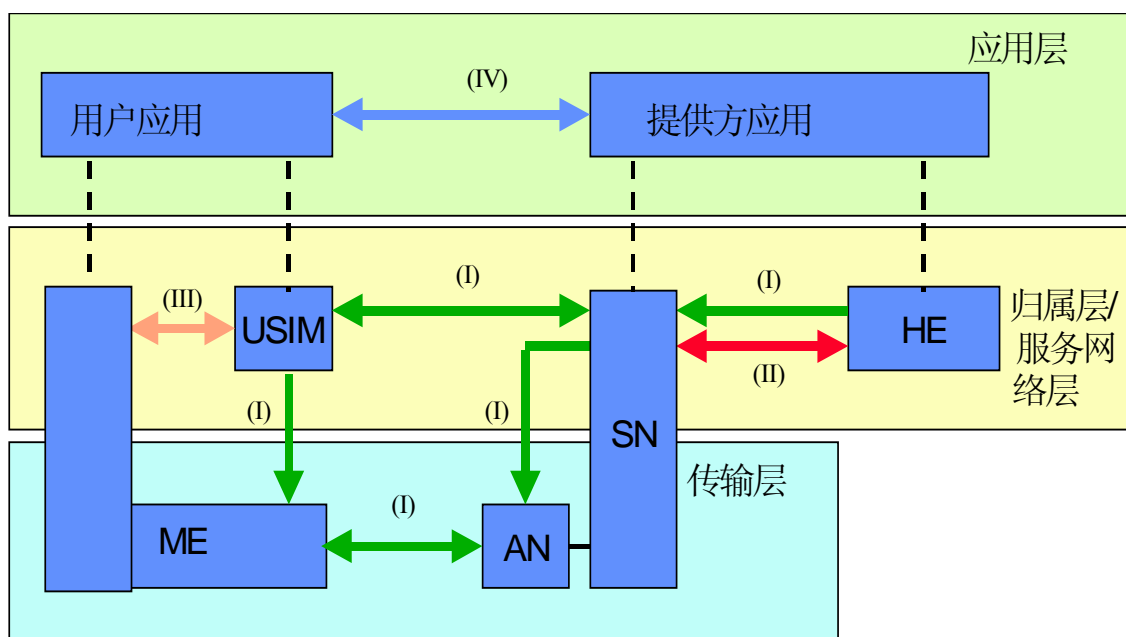


图 5.21 安全结构

图 5.21 定义了五个安全特征组，每一安全特征组针对某些特定威胁，实现相应的安全目标：  
**网络接入安全 (I)：** 该安全特征集提供用户安全接入3G业务，特别能抗击在（无线）接入链路上的攻击。

**网络域安全 (II)：** 该安全特征集使在服务域中的结点能够安全地交换信令数据，抗击在有线网络上的攻击。

**用户域安全 (III)：** 该安全特征集确保安全接入移动台。

**应用域安全 (IV)：** 该安全特征集使在用户域和服务域中的应用能够安全地交换消息。

**安全的可视性和可配置性 (V)：** 该安全特征集使用户能知道一个安全特征集是否在运行，且业务的应用和设置是否应依赖于该安全特征。

图 5.22 更清晰的解释了各实体之间的关系。

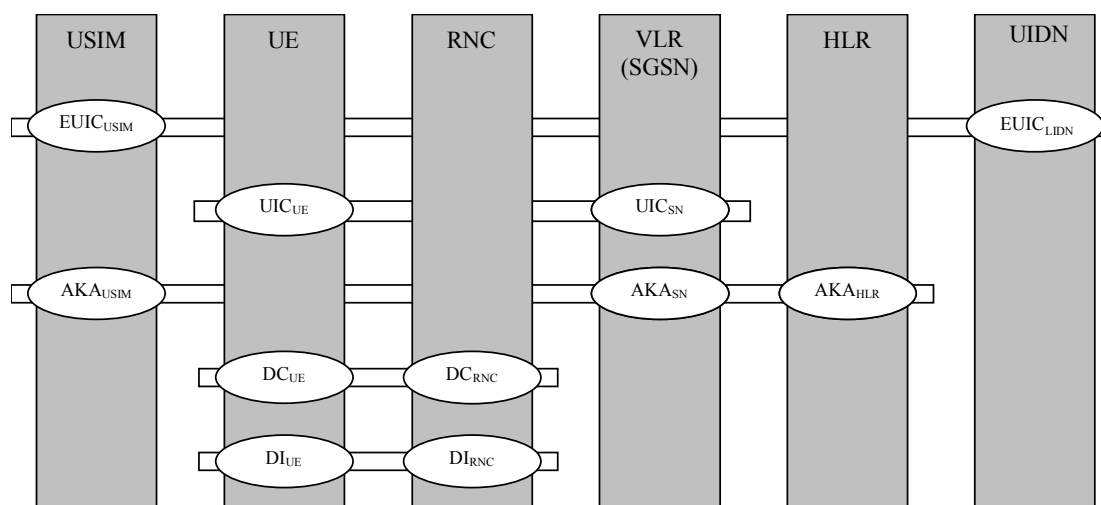


图 5.22 安全功能结构

1. 纵向代表网络元素：
  - 在用户域：USIM 和 UE；
  - 在服务网络（SN）域：RNC 和 VLR、SGSN；
  - 在归属环境（HE）域：HLR/AuC 和 UIDN ；
2. 横向代表安全机制：
  - EUIIC：增强用户身份保密性的机制（任选，位于用户和 HE 之间）；
  - UIC：用户身份保密性的常规机制（位于用户和服务网络之间）；
  - AKA：认证和密钥协商机制，包括用户触发重认证的功能，即控制接入密钥的生命周期；
  - DC：用户数据和信令数据的保密性机制；
  - DI：信令数据的完整性机制；
  - DEC：网络范围内的数据保密性机制。

上图中比较清晰的阐明了网络元素在安全结构中扮演的角色。下面各节主要针对 UTRAN 中的安全机制进行分析。

## 5.8.2 接入网安全实现

3GPP 作为 3G 系统的标准化制订组织，已经规范了 3G 系统前期应用的安全接入标准，并保证了与 GSM 安全接入机制的最大兼容性。在安全接入标准中规定了保护信息的机密性和完整性算法，及对用户鉴别的鉴权和密钥协商算法。

标准中定义了两个标准化算法 f8 和 f9。f8 算法是对信息进行加密保护，称为机密性算法，保护传输的信息不会泄漏或被窃听；f9 算法是对信息进行完整性保护，称为完整性算法，保护传输信息不会受到任何破坏。当对传输信息进行任何修改、增加、删除或其它破坏都会被检出。标准中标识算法的比特共四位。除规定的标准化算法 f8 和 f9 之外，考虑一些特殊的因素还允许使用其它的算法。

在 UTRAN 中，信令的完整性保护是在 RRC 层完成；而数据的加密在 RLC 和 MAC 层中进行。下面分别进行说明：

### 1、信令完整性保护

图 5.23 说明了将完整性算法 f9 用于认证信令消息的数据完整性的过程。

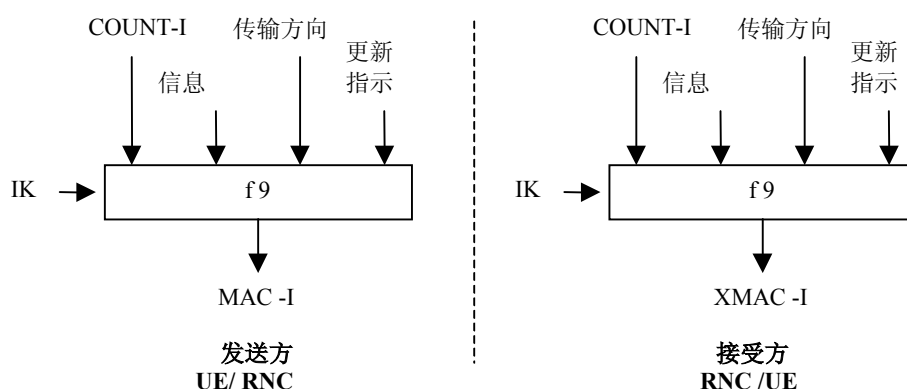


图 5.23 导出信令消息的 MAC-I (或 XMAC-I)

f9 算法的输入参数包括完整性密钥 (IK)、完整性序列号 (COUNT-I)、由网络侧产生的随机值

(FRESH)、方向比特 DIRECTION 和信令数据 MESSAGE 等。基于这些输入参数，用户使用算法 f9 计算得出数据完整性的消息认证码 MAC-I。然后在无线接入链路发送时将 MAC-I 附加到消息上。接收者以同样的方法计算出接收消息的 XMAC-I，并将它与所收到的 MAC-I 进行比较来检验数据完整性。

对其中主要参数简要说明如下：

**COUNT-I**：完整性序列号，32 bits 长。

对于每个信令无线承载(SRB)，上、下行链路分别存在一个 COUNT-I 值，初始值由 RRC HFN 确定。

**IK**：完整性密钥，128 bits 长。

IK 在协商鉴权时在 HLR/AuC 中产生并发送到 VLR/SGSN，作为五元组的一部分存储在 VLR/SGSN 中，然后由 VLR/SGSN 发送到 RNC。

**FRESH**：32 bits 长。

每个用户有一个 FRESH 参数值，参数 FRESH 主要是使网络能抗击用户重放信令消息。

## 2、数据加密

图 5.24 说明了加密算法 f8 通过使用密钥流加密明文的应用过程，其中明文和密钥流按位二进制加法。明文可通过使用相同输入参数产生的密钥流与明文按位二进制加法来恢复。

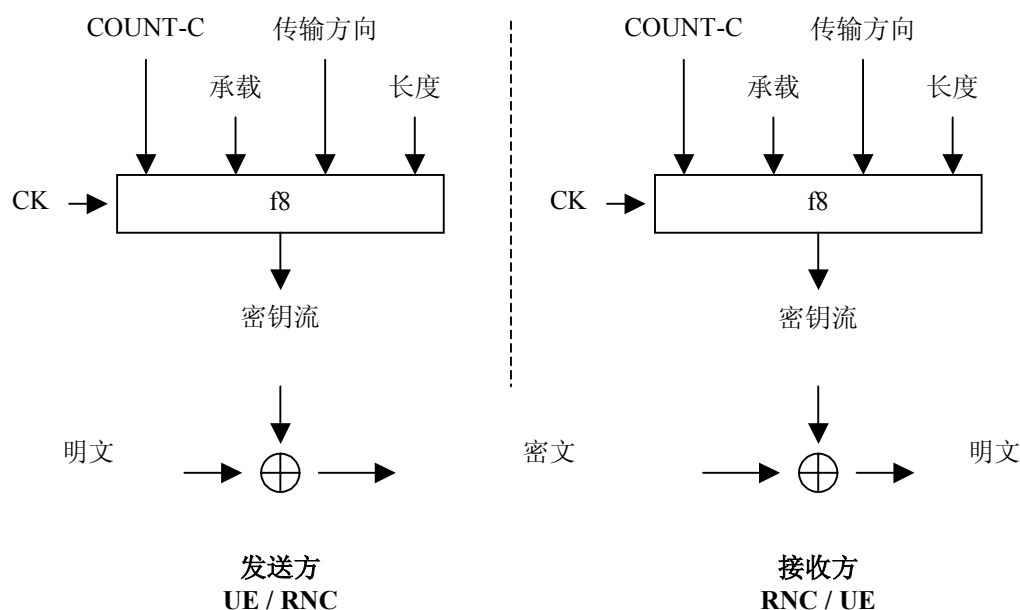


图5.24 在无线接入链路上传输的用户和信令数据的加密

f8 算法的输入参数包括加密密钥 CK、计数器 COUNT-C、承载标识 BEARER、传输方向 DIRECTION 和要求的密钥流长度 LENGTH。基于这些输入参数，f8 算法产生输出密钥流块，用于将要传输的明文进行加密，产生相应的密文。

主要参数简要说明：

**COUNT-C**：加密序列号，32 bits 长。

每个无线承载在上、下行链路分别存在一个 COUNT-C 值，初始值由相应的 HFN 确定。

**CK**：完整性密钥，128 bits 长。

CK 在协商鉴权时，在 HLR/AuC 中产生并发送到 VLR/SGSN。作为五元组的一部分存储在 VLR/SGSN 中，然后由 VLR/SGSN 发送到 RNC。

**BEARER:** 无线承载标识符，5 bits 长。

与同一用户相关，并且在一个 10ms 物理层帧上复用的每一无线承载有一 BEARER 参数。采用无线承载标识符是为了避免对不同的密钥流使用相同的输入参数集。

值得注意的是，对使用 RLC AM 或 RLC UM 的无线承载，加密在 RLC 层完成；对使用 RLC TM 的无线承载，加密由 MAC-d 来完成。

**RLC TM 的无线承载加密：**

如果无线承载采用 RLC 透明模式，MAC-d 需要实现加密功能。被加密的部分是 MAC SDU，详细如下图所示：

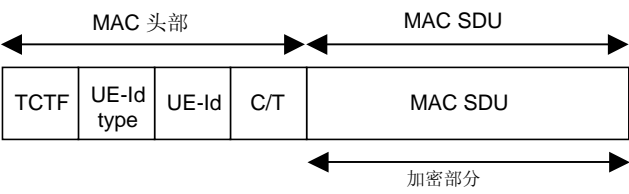


图 5.25 MAC PDU 加密部分

加密算法和密钥由上层配置。

MAC 层加密算法需要的输入参数由协议[33.102]定义。上层提供给 MAC 层的加密参数如下：

- a) MAC HFN(映射到 RLC 透明模式的无线承载超帧数)；
- b) BEARER（无线承载 ID）；
- c) CK（加密密钥）。

**RLC AM 和 RLC UM 的无线承载加密：**

如果无线载体是应用非-透明 RLC 模式（AM 或 UM），那么 RLC 的加密功能遵照如下规则实现。加密的数据单元依赖于下述的传送模式。

对于RLC UM模式，加密单元是除了前一个字节外的UMD PDU，如下图：

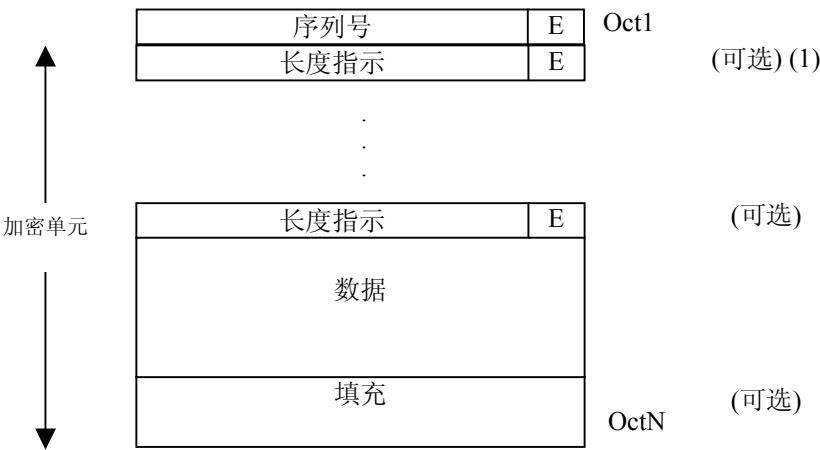


图 5.26 一个 UMD PDU 的加密单元

对于RLC AM模式，加密单元是一个排除了前两个字节的AMD PDU，即除了RLC AM PDU的头部，如下图：

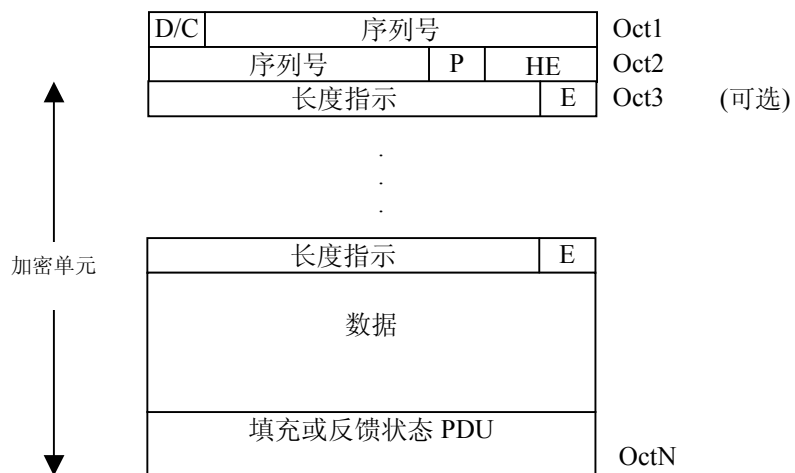


图 5.27 一个 AMD PDU 的加密单元

加密的法则和应用的密码是由上层配置的。

RLC 加密所需参数如下：

- a) RLC AM HFN (映射到 RLC AM 的无线承载的超帧号)；
- b) RLC UM HFN (映射到 RLC UM 的无线承载的超帧号)；
- c) BEARER (无线承载 ID)；
- d) CK (密钥)。

现在 3G 设备的开发进入实用性的阶段，安全问题提到了日程。我国无线标准组织（CWTS）一直关注 3G 安全方面的进展，并积极推动这一领域的各项工作。

参考文献:

1. 3GPP Technical Specification 25.301, Radio Interface Protocol Architecture 3GPP Technical Specification
2. 3GPP Technical Specification 25.302, Services provided by the physical layer
3. 3GPP Technical Specification 25.306, UE Radio Access capabilities definition
4. 3GPP Technical Specification 25.321, Medium Access Control (MAC) protocol specification
5. 3GPP Technical Specification 25.322, Radio Link Control (RLC) protocol specification
6. 3GPP Technical Specification 25.323, Packet Data Convergence Protocol (PDCP) specification
7. 3GPP Technical Specification 25.324, Broadcast/Multicast Control (BMC)
8. 3GPP Technical Specification 25.331, Radio Resource Control (RRC) protocol specification
9. 3GPP Technical Report 25.834, UTRA TDD low chip rate option; Radio protocol aspects
10. 3GPP Technical Report 25.843, 1,28 Mcps TDD UE Radio Access Capabilities

## 第六章 TD-SCDMA 无线射频特性

TD-SCDMA 的射频指标反映了 TD-SCDMA 系统的一些基本特征。本章将详细介绍基站子系统设备和移动台设备的射频性能指标。

### 6.1 公共指标

#### 6.1.1 工作频段

根据国家无委最新的频谱规划，TD-SCDMA 系统可以使用如下频段：

- a) 1880 – 1920 MHz: 上/下行共用
- 2010 – 2025 MHz: 上/下行共用
- 2300 – 2400 MHz: 上/下行共用
- b)\* 1850 – 1910 MHz: 上/下行共用
- 1930 – 1990 MHz: 上/下行共用
- c)\* 1910 – 1930 MHz: 上/下行共用

注：1) \* 用在 ITU 定义的区域 2，此频段的分配属研究阶段。

2) 其它频段由相关主管部门确定。

#### 6.1.2 收发频率间隔

由于在 TD-SCDMA 系统中使用了时分双工，并不需要对发信和收信进行频带分离，它的下行（前向链路）和上行（反向链路）的信息是在同一载频的不同时间间隔上进行传送的。每个 TDMA 子帧包括 7 个主时隙(见图 4.2)，在这 7 个常规时隙中，Ts0 总是分配给下行链路，而 Ts1 总是分配给上行链路。上行时隙和下行时隙之间由转换点分开，每个 5ms 的子帧有两个转换点（DL 到 UL 和 UL 到 DL）。

#### 6.1.3 信道分配

##### 6.1.3.1 信道间隔

\* 信道间隔的标称值是 1.6MHz，但是在一些特殊的情况下可以调整，以获得最优性能。

\* 信道调整步长为 200kHz，这意味着载波频率必须是 200kHz 的倍数。

##### 6.1.3.2 信道编号

TD-SCDMA 的载波频率是由绝对的射频信道编号（RFCN）来决定的，射频信道编号与载波频

率之间的关系如下：

$$N_t = 5 * F \text{ MHz}$$

其中：  $0.0 \leq F \leq 3276.6 \text{ MHz}$ ，这里 F 为载波频率，单位是 MHz。

## 6.2 无线基站特性

### 6.2.1 发射机特性

除非特殊说明，本章节的发信机特性均为基站天线连接点处测得的指标。

#### 6.2.1.1 基站输出功率

**基站输出功率  $P_{out}$** ：是指基站的一个载频信号消耗在发射机的标称负载上的平均功率。

**基站额定功率  $P_{RAT}$** ：是指由制造商标称的在天线连接口处每个载波可以用的平均功率电平。

**基站最大输出功率  $P_{max}$** ：是指在指定参考条件下，在天线连接口处一个激活时隙上（包括保护时间段），每个载波的平均功率电平。

基站最大输出功率的最低要求如下：

- \* 在正常条件下，基站的最大输出功率应保持在额定输出功率的 $\pm 2\text{dB}$  内。
  - \* 在极限条件下，基站的最大输出功率应保持在额定输出功率的 $\pm 2.5\text{dB}$  内。
- 对于特定区域，正常条件下的最低要求也允许超出所定义范围的某些条件。

#### 6.2.1.2 频率稳定度

频率稳定度是指基站在指定载频上工作时其发射信号的稳定能力。基站射频频率源和码片时钟使用同一频率源。

频率稳定度的最低要求是：在所观测的时隙内，基站已调制载波频率的准确度应保证在 $\pm 0.05 \text{ PPM}$  以内。

#### 6.2.1.3 输出功率动态范围

功率控制用于限制干扰信号的电平。在下行链路，基站发射机使用功率控制以保证通信质量。

### 1. 功率控制

内环功率控制是指基站根据上行链路接受到的信号电平，调整基站发射机输出功率的能力。

内环功率控制是指基站根据在上行业务信道上接收到的由 UE 端发来的 TPC 控制比特，调整其 CCTrCH 信道的平均输出功率。内环功率控制基于对 UE 接收的 SIR 测量以及由 UE 产生的 TPC 命令。



2. 功率控制步长

- \* 功率控制步长是指基站根据来自 UE 的 TPC 命令进行发射机输出功率调整的步长变化。
- \* 功率控制步长：1, 2, 3 dB。
- \* 发射机输出功率容限以及在控制步长范围内的平均功率变化要求见表 6—1。

表6—1 功率控制步长容限要求

步长	容限	每 10 个步长变化对应的平均输出功率变化范围要求	
		下限	上限
1dB	+/-0.5dB	+/-8dB	+/-12dB
2dB	+/-0.75dB	+/-16dB	+/-24dB
3dB	+/-1dB	+/-24dB	+/-36dB

3. 功率控制动态范围

- \* 功率控制动态范围是在指定参考条件下最大发射功率与最小发射功率的差值。
- \* 下行链路功率控制动态范围的最低要求是： 30 dB。

4. 最小发射功率

- \* 最小发射功率是指功率设置为最小值时对应的基站输出功率。
- \* 下行链路容许的最小发射功率将比最大发射功率低 30dB。

5. P-CCPCH 功率

- \* P-CCPCH 功率是指 P-CCPCH 在发射时隙上的平均功率。P-CCPCH 的标称功率值通过 BCH 信道通知 UE。
- \* P-CCPCH 的实际测量值与在 BCH 上通知的标称值的差值不能超出表 6—2 的容限要求。该容限是工作时隙上总的平均输出功率  $P_{out}$  与额定输出功率  $P_{RAT}$  的函数。

表6—2 实测P-CCPCH与标称值的容限要求

在工作时隙上测得的总功率(dBm)	P-CCPCH 功率容限要求
$P_{RAT} - 3 < P_{out} \leq P_{RAT} + 2$	+/- 2.5 dB
$P_{RAT} - 6 < P_{out} \leq P_{RAT} - 3$	+/- 3.5 dB
$P_{RAT} - 13 < P_{out} \leq P_{RAT} - 6$	+/- 5 dB

6. P-CCPCH 功率的变化精度

- \* P-CCPCH 功率的变化精度是指当标称的 P-CCPCH 功率没有改变时，在连续的几帧中 P-CCPCH 的相对发射功率精度。
- \* P-CCPCH 功率的变化精度的最低要求是： +/- 0.5 dB。

6.2.1.4 发射机开启 / 关闭功率

1. 发射机关闭功率

- \* 发射机关闭功率状态，即基站不发射。此参数定义为发射机处于关闭状态时，在一个码片以上的时间内通过 RRC 滤波器测得的平均功率。
- \* 发射机关闭功率的最低要求是：小于 -82dBm。

2. 发射机开启 / 关闭功率

- \* 发射机开启 / 关闭时间模板定义为基站发射机从打开到关闭时，允许发射功率电平的爬升及跌落的时间。
- \* 发射机开启 / 关闭功率最低要求，是发射功率与时间之间的关系应符合图 6.1 所示的模板。

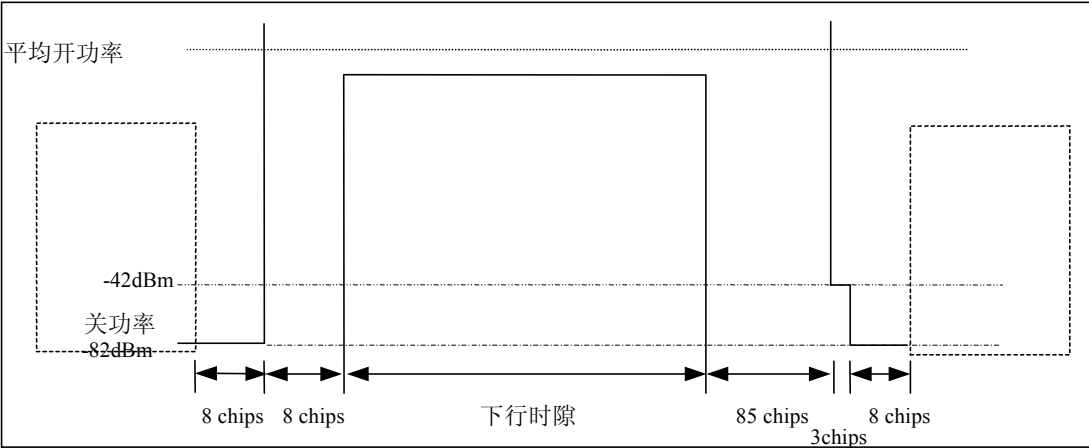


图 6.1 发射开启 / 关闭模板

6.2.1.5 射频辐射

1. 占用带宽

占用带宽是以指定信道的中心频点为中心，包含总发射功率的 99% 功率的频带宽度。TD-SCDMA 基于 1.28Mcps 码片速率的占用带宽为 1.6MHz。

2. 带外辐射

带外辐射指在信道带宽以外由于调制扩散以及发射机的非线性所产生的不期望的信号辐射（其中不包括杂散辐射）。带外辐射的限制主要由频谱辐射模板和发射机邻道功率比要求来决定。

(1) 频谱辐射模板

表 6—3 ~ 表 6—5 所定义的模板在某些区域可能是强制性的，而在其它一些区域可能不会采用。对于采用本节要求的区域，按生产厂商定义设置的单射频载波的基站要满足此要求。载波频率的偏移从 $\Delta f = 0.8 \text{ MHz}$  到 $\Delta f_{\max}$  的频段内，对应的 BS 最大输出功率的发射不应超过表 6—3 ~ 表 6—5 所定义的最大电平。其中一些参数的定义如下：

$\Delta f$  是载波频率与最靠近载波频率的测量滤波器降 3dB 频率点之间的频差。

$f_{\text{offset}}$  是载波频率与测量滤波器中心频率之间的频差， $f_{\text{offset}_{\max}}$  是 4 MHz 与到 UMTS 发射频段边缘的频率偏移（如在 6.1.1 节定义的）的较大值。

$\Delta f_{\max}$  等于  $f_{\text{offset}_{\max}}$  减去测量滤波器带宽的一半。

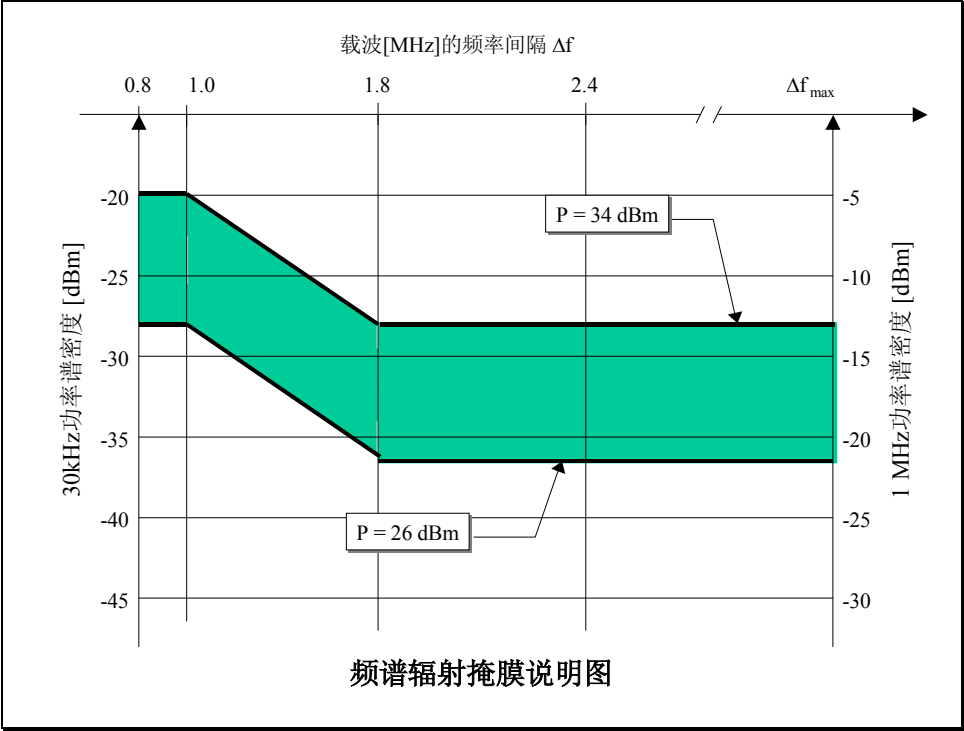


图 6.2 频谱辐射模板

表6—3 频谱辐射模板值，BS的最大输出功率 $P \geq 34 \text{ dBm}$

测量滤波器-3dB 点的频率偏移, $\Delta f$	测量滤波器中心频率点的频率偏移, $f_{\text{offset}}$	最大电平值	测量带宽
$0.8\text{MHz} \leq \Delta f < 1.0 \text{ MHz}$	$0.815\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.015\text{MHz}$	-20 dBm	30 kHz
$1.0\text{MHz} \leq \Delta f < 1.8 \text{ MHz}$	$1.015\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.815\text{MHz}$	$-20\text{dBm} - 10 \cdot \left( \frac{f_{\text{offset}}}{\text{MHz}} - 1.015 \right) \text{dB}$	30 kHz
参见注释	$1.815\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 2.3\text{MHz}$	-28 dBm	30 kHz
$1.8\text{MHz} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\max}$	$2.3\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset}_{\max}}$	-13 dBm	1 MHz

表6—4：频谱辐射模板值，BS的最大输出功率 $26 \leq P < 34$  dBm

测量滤波器-3dB 点的频率偏移, $\Delta f$	测量滤波器中心频率点的频率偏移, $f_{\text{offset}}$	最大电平值	测量带宽
$0.8\text{MHz} \leq \Delta f < 1.0 \text{ MHz}$	$0.815\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.015\text{MHz}$	$P - 54 \text{ dB}$	30 kHz
$1.0\text{MHz} \leq \Delta f < 1.8 \text{ MHz}$	$1.015\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.815\text{MHz}$	$P - 54\text{dB} - 10 \cdot \left( \frac{f_{\text{offset}}}{\text{MHz}} - 1.015 \right) \text{dB}$	30 kHz
参见注释	$1.815\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 2.3\text{MHz}$	$P - 62 \text{ dB}$	30 kHz
$1.8\text{MHz} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$2.3\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset}_{\text{max}}}$	$P - 47 \text{ dB}$	1 MHz

表6—5 频谱辐射模板值，BS的最大输出功率 $P < 26$  dBm

测量滤波器-3dB 点的频率偏移, $\Delta f$	测量滤波器中心频率点的频率偏移, $f_{\text{offset}}$	最大电平值	测量带宽
$0.8\text{MHz} \leq \Delta f < 1.0 \text{ MHz}$	$0.815\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.015\text{MHz}$	-28 dBm	30 kHz
$1.0\text{MHz} \leq \Delta f < 1.8 \text{ MHz}$	$1.015\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.815\text{MHz}$	$-28\text{dBm} - 10 \cdot \left( \frac{f_{\text{offset}}}{\text{MHz}} - 1.015 \right) \text{dB}$	30 kHz
参见注释	$1.815\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < 2.3\text{MHz}$	-36 dBm	30 kHz
$1.8\text{MHz} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$2.3\text{MHz} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset}_{\text{max}}}$	-21 dBm	1 MHz

注：这个频段保证  $f_{\text{offset}}$  值范围的连续。

## 9（2）邻道泄漏功率比（ACLR）

邻道泄漏功率比指发射功率与其落到相邻信道功率的比值。测量条件为：测量带宽为码片速率，滤波器为根升余弦滚降（滚降系数为 0.22）滤波器。此指标要求适用于所有基站配置（单载波以及多载波）与应用场合。

在某些情况下要求用邻道泄漏功率表示。它是在相邻信道频率上用带宽等于被干扰系统的码片速率，滚降系数  $\alpha=0.22$  的 RRC 滤波器测得的最大绝对发射功率电平。

实际要求依赖于应用的具体情况，下面定义了三种不同的应用情况。

### 1）最低要求

对于单载波基站或多载波基站，ACLR 应好于表 6—6 规定的数值。

表6—6 基站ACLR

BS 相邻信道偏移	ACLR 要求
$\pm 1.6 \text{ MHz}$	40 dB
$\pm 3.2 \text{ MHz}$	45 dB

如果基站使用多个不连续的单载波或多个不连续连续单载波组，以上的要求适用于单独的单载波或单载波组。

### 2）在同一区域运营时，在相邻频道上与不同步的 TDD 或 FDD 基站的附加要求

#### a.在相邻频道上与不同步的 TDD 基站的附加要求

此时，该附加要求是用相邻信道泄漏功率的概念定义的。在只有 UTRA 1.28 Mcps TDD 系统运营的区域，邻道泄漏功率不能超过表 6—7 所规定的限值。否则，不能超过表 6—8 所规定的限值。

表6—7 在同一区域内与不同步的1.28Mcps TDD在相邻频道上运营时的邻道泄漏功率限值

基站邻道偏移	最大功率电平	测量带宽
±1,6 MHz	-29 dBm	1,28 MHz
±3,2 MHz	-29 dBm	1,28 MHz

表6—8 在同一区域内与不同步的TDD在相邻频道上运营时的邻道泄漏功率限值

基站邻道偏移	最大功率电平	测量带宽
±3,4 MHz	-29 dBm	3,84 MHz

注：表 6—7 与表 6—8 是基于不同步的 TDD 基站间有 74dB 耦合损耗的情况，参见 TR25.942。

**b. 在相邻频道上与 FDD 基站的附加要求**

这时，邻道泄漏功率不能超过表 6—9 所规定的限值。这一要求只适用于工作于 6.1.1 a) 频段，并且最高载频在 1916,2 – 1920 MHz 频带内。

表6—9 在同一区域内与FDD在相邻频道上运营时的邻道泄漏功率限值

测量的中心频率	最大功率电平	测量带宽
1922,6 MHz	-36 dBm	3,84 MHz

注：本表的要求基于 TDD 基站与 FDD 基站间有 74dB 放宽了的耦合损耗的情况，参见 TR25.942。

**3) 基站同址运营时，在相邻频道上与不同步的 TDD 或 FDD 的附加要求**

**a. 在相邻频道上与不同步的 TDD 的附加要求**

此时，这一附加要求是用相邻信道泄漏功率的概念定义的。在只有 UTRA 1.28 Mcps TDD 系统运营的区域，邻道泄漏功率不能超过表 6—10 所规定的限值。否则，不能超过表 6—11 所规定的限值。

表6—10 与不同步的1.28Mcps TDD在相邻频道上同址运营时的邻道泄漏功率限值

基站邻道偏移	最大功率电平	测量带宽
±1,6 MHz	-73 dBm	1,28 MHz
±3,2 MHz	-73 dBm	1,28 MHz

表6—11 与不同步的TDD在相邻频道上同址运营时的邻道泄漏功率限值

基站邻道偏移	最大功率电平	测量带宽
±3,4 MHz	-73 dBm	3,84 MHz

注：表 6—10 与表 6—11 是基于不同步的 TDD 基站间有 30dB 耦合损耗的情况，参见 TR25.942。

**b. 在相邻频道上与 FDD 基站的附加要求**

在这种情况下，邻道泄漏功率不能超过表 6—12 所规定的限值。这一要求只适用工作于 6.1.1 a) 频段，并且最高载频用在 1916,2 – 1920 MHz 频带内。

**表6—12 与FDD在相邻频道上同址运营时的邻道泄漏功率限值**

测量的中心频率	最大功率电平	测量带宽
1922,6 MHz	-80 dBm	3,84 MHz

注：本表的要求基于 TDD 基站与 FDD 基站间有 74dB 最小耦合损耗的情况。

### 3. 杂散辐射

杂散辐射指由无用信号产生的辐射，例如谐波辐射、寄生辐射、交调分量以及其它频率变换分量。杂散辐射不包括带外辐射。测量点在基站射频输出口。

这些要求适用于各种类型的发射机（单载波或多载波），适用于制造商预见到的所有模式。

对于 TD-SCDMA，杂散辐射要求适用于小于第一个载波频率 4MHz 以下的频段，或大于最后一个载波频率 4MHz 以上的频段。

在无特殊说明的情况下，所有的要求的测量均为平均功率测量。

#### (1) 必备要求

杂散辐射必备要求是必须满足下面的 A 类和 B 类的要求。

##### 1) 杂散辐射（A 类要求）

杂散辐射应满足以下有关 A 类的最低要求，见 ITU-R SM 建议 329-8[1]的要求。

任何杂散辐射功率不能超出表 6—13 的要求。

**表6—13 BS杂散辐射要求(A类)**

频带	最低要求	测量带宽	注释
9kHz – 150kHz	-13 dBm	1 kHz	带宽参照 ITU SM.329-8, s4.1
150kHz – 30MHz		10 kHz	带宽参照 ITU SM.329-8, s4.1
30MHz – 1GHz		100 kHz	带宽参照 ITU SM.329-8, s4.1
1GHz – 12.75 GHz		1 MHz	高端频率参照 ITU SM.329-8, s2.5 表 1

注：根据占用带宽只有测量带宽不同

##### 2) 杂散辐射（B 类要求）

杂散辐射应满足以下有关 B 类的最低要求，见 ITU-R SM.329-8[1]建议要求。

任何杂散辐射功率不能超出表 6—14 的要求。

**表6—14 BS杂散辐射要求(B类)**

频带	最大电平	测量带宽	注释
9kHz – 150kHz	-36 dBm	1 kHz	带宽参照 ITU SM.329-8, s4.1
150kHz – 30MHz	- 36 dBm	10 kHz	带宽参照 ITU SM.329-8, s4.1
30MHz – 1GHz	-36 dBm	100 kHz	带宽参照 ITU SM.329-8, s4.1
1GHz ↔ Fc1-19.2MHz 或 F1 – 10MHz 选较高的频率	-30 dBm	1 MHz	带宽参照 ITU SM.329-8, s4.1

Fc1 – 19.2 MHz 或 F1 –10MHz 选较高的频率 ↔ Fc1 – 16 MHz 或 F1 –10MHz 选较高的频率	-25 dBm	1 MHz	参照 ITU-R SM.329-8, s4.1
Fc1 – 16 MHz 或 F1 –10MHz 选较高的频率 ↔ Fc2 + 16 MHz 或 Fu +10MHz 选较低的频率	-15 dBm	1 MHz	参照 ITU-R SM.329-8, s4.1
Fc2 + 16 MHz 或 Fu + 10MHz 选较低的频率 ↔ Fc2 +19.2MHz 或 Fu + 10MHz 选较低的频率	-25 dBm	1 MHz	参照 ITU-R SM.329-8, s4.1
Fc2 + 19.2MHz 或 Fu + 10MHz 选较低的频率 ↔ 12,5 GHz	-30 dBm	1 MHz	带宽参照 ITU-R SM.329-8, s4.1. 高端频率参照 ITU-R SM.329-8, s2.5 表 1

注：Fc1：由基站发射的第一个载波信号的中心频率；

Fc2：由基站发射的最后一个载波信号的中心频率；

F1：TDD 工作频段的低端频率；

Fu：TDD 工作频段的高端频率。

## （2）TD-SCDMA 系统与 GSM900 系统的共存

### 1) 在同一覆盖区域内运营

当 TD-SCDMA 系统与 GSM900 系统的覆盖区域有重叠时,为保证重叠区域内的 GSM900 移动台能正常工作,TD-SCDMA 基站应满足相应的以下最低要求。

任何杂散辐射功率不能超出表 6—15 的要求

**表6—15 TD-SCDMA基站杂散辐射要求(在GSM900移动台能接收到的区域内)**

频带	最大电平	测量带宽	注释
921 – 960MHz	-57 dBm	100 kHz	

### 2) TD-SCDMA 基站与 GSM900 基站共址

当 TD-SCDMA 基站与 GSM900 基站共址时,为保证 GSM900 基站接收机正常工作,TD-SCDMA 基站应满足以下的最低要求。

杂散辐射功率不能超出表 6—16 的要求

**表6—16 为了保护GSM基站接收机,TD-SCDMA基站杂散辐射要求**

频带	最大电平	测量带宽	注释
876 – 915 MHz	-98 dBm	100 kHz	

(3) TD-SCDMA 系统与 DCS1800 系统的共存

1) 在同一覆盖区域内运营

当 TD-SCDMA 系统与 DCS1800 系统的覆盖区域有重叠时,为保证重叠区域内的 DCS1800 移动台能正常工作, TD-SCDMA 基站应满足相应的要求。

最低要求是: 任何杂散辐射功率不能超出表 6—17 的要求。

表6—17 基站杂散辐射要求(在DCS1800移动台能接收到的区域内)

频带	最大电平	测量带宽	注释
1805 – 1880MHz	-47 dBm	100 kHz	

2) TD-SCDMA 基站与 DCS1800 基站共址

当 TD-SCDMA 基站与 DCS1800 基站共址时,为保证 DCS1800 基站接收机正常工作,TD-SCDMA 基站应满足以下的要求。

最低要求是: 任何杂散辐射不能超出表 6—18 的要求。

表6—18 基站杂散辐射要求(与DCS1800共址)

频带	最大电平	测量带宽	注释
1710 – 1785 MHz	-98 dBm	100 kHz	

(4) 与 UTRA-FDD 系统的共存

1) 在同一覆盖区域内运营

对于载波频率工作于 2010 ~ 2025MHz 频段的 TD-SCDMA 基站, 此要求适用于在表 6—19 定义的所有频段上。对于工作于 1900 ~ 1920MHz 频段上的 TD-SCDMA 基站, 此要求适用于大于最后一个载波 4MHz 的频段。

任何杂散辐射功率不能超出表 6—19 的要求。

表6—19 TD-SCDMA基站杂散辐射要求 (在UTRA-FDD的覆盖区域内)

频带	最大电平	测量带宽
1920 – 1980 MHz	-43dBm(*)	3.84MHz
2110 – 2170 MHz	-52 dBm	1 MHz
注: 对于 TD-SCDMA 的基站, 要求的测量频率使用在 1922.6MHz 测量的最低中心频率或高于 TD-SCDMA 使用的最后一个中心载波 6.6MHz 的频率, 使用较大的频率。		

注: 以上要求是基于 TDD 基站与 FDD 基站间有 67dB 耦合损耗的情况, 参见 TR25.942 的要求。

2) 基站共址

当 TD-SCDMA 基站与 UTRA-FDD 基站共址时,为保证 UTRA-FDD 基站接收机正常工作,TD-SCDMA 基站应满足以下的最低要求。

对于载波频率工作于 2010 ~ 2025MHz 频段的 TD-SCDMA 基站, 此要求适用于在表 6—20 定义的所有频段上。对于工作于 1900 ~ 1920MHz 频段上的 TD-SCDMA 基站, 此要求适用于大于最后一个载波 4MHz 的频段。

任何杂散辐射不能超出表 6—20 的要求。



表6—20 TD-SCDMA基站杂散辐射要求（与UTRA-FDD共址）

频带	最大电平	测量带宽
1920 – 1980 MHz	-80dBm(*)	3.84MHz
2110 – 2170 MHz	-52 dBm	1 MHz
注：对于 TD-SCDMA 的基站，要求的测量频率使用在 1922.6MHz 测量的最低中心频率或高于 TD-SCDMA 使用的最后一个中心载波 6.6MHz 的频率，使用较大的频率。		

注：以上要求是基于基站间有最小 30dB 耦合损耗的情况。

### 6.2.1.6 发射互调特性

发射互调特性是指有用信号和通过天线进入发射机的干扰信号共同存在时,发射机对由非线性器件产生的互调信号的抑制能力。

发射互调电平是指当一个已调 CDMA 干扰信号以低于主信号平均功率 30dB 的平均电平，从天线连接器馈入设备时所产生的互调产物的功率。

干扰信号的频率为偏离主信号中心频率 $\pm 1.6\text{MHz}$ 、 $\pm 3.2\text{MHz}$  和 $\pm 4.8\text{MHz}$ 。

发射互调电平不能超出 6.2.1.5 节所规定的带外辐射以及杂散辐射的要求。

### 6.2.1.7 发送调制

#### 1. 发送脉冲成形滤波器

TD-SCDMA 发送脉冲成形滤波器是滚降系数 $\alpha = 0.22$  的根升余弦滚降滤波器。码片脉冲滤波器  $RC_0(t)$ 的脉冲响应是：

$$RC_0(t) = \frac{\sin\left(\pi \frac{t}{T_c}(1-\alpha)\right) + 4\alpha \frac{t}{T_c} \cos\left(\pi \frac{t}{T_c}(1+\alpha)\right)}{\pi \frac{t}{T_c} \left(1 - \left(4\alpha \frac{t}{T_c}\right)^2\right)}$$

其中： 滚降系数 $\alpha = 0.22$ ； 码片速率(chiprate) = 1.28Mcps；

$$\text{码片周期 } T_c = \frac{1}{\text{chiprate}} = 0.78125\mu\text{s}。$$

#### 2. 调制精度

调制精度是理想调制波形与实际测得的调制波形之间的偏差(或称为误差向量值: EVM)。两个调制波都通过滚降系数 $\alpha = 0.22$ ，带宽为 1.28MHz 的匹配根升余弦滤波器。两个波形再进一步用选择频率、绝对相位、绝对幅度及码片时钟定时进行调制，从而使误差向量最小。EVM 定义为误差向量平均功率与参考信号平均功率之比的平方根，用百分号%表示。测量间隔为一个时隙。此要求适应于 6.2.1.3.3 节中指定的功率动态范围。

最低要求是：调制精度必须小于 12.5%。

3. 峰值码域误差

码域误差是指将误差向量功率等效到特定扩频系数的码域所得到的误差。每个码的码域误差定义为与参考波形平均功率之比，用 dB 表示。峰值码域误差定义为最大的码域误差。测量间隔为一个时隙。

最低要求是：当扩谱系数为 16 时，峰值码域误差不能大于 - 28dB。

6. 2. 2 接收机特性

本节中有关接收性能的要求基于无分集接收机。如果采用分集，本要求同样适用于每个天线的连接口，此时另外的连接口需接负载。

6. 2. 2. 1 参考灵敏度电平

参考灵敏度是指在天线连接口处测得的不超出指定的 FER/BER 要求的最小接收功率。使用测量信道测得的基站参考灵敏度电平和性能应满足表 6—21 的最低要求。

表6—21 基站参考灵敏度电平

数据率	基站参考灵敏度电平（ dBm）	FER/BER
12.2 kbps	-110 dBm	BER≤ 0.001

6. 2. 2. 2 动态范围

接收机动态范围是指接收信道上的干扰增加时接收机能正常接收信号的能力。当在同一接收频率信道上出现 AWGN 干扰信号时，接收机必需满足指定有用信号灵敏度恶化时的 BER 要求。

最低要求是：在表 6—22 指定的参数条件下测得的 BER 不能超过 0.001。

表6—22 动态范围要求

参数	电平	单位
参考测量信道数据速率	12.2	kbps
有用信号平均功率	-80	dBm
AWGN 干扰信号	-76dBm	dBm/1.28 MHz

6. 2. 2. 3 相邻信道选择性（ACS）

相邻信道选择性(ACS)是指在相邻信道信号存在的情况下，基站接收机接收有用信号的能力。，该邻道信号的频率偏离指定信道中心频率一个特定的频率。ACS 定义为指定信道的接收滤波器在该信道上的衰减和对相邻信道信号衰减的比率。

最低要求是：在表 6—23 指定的参数条件下测得的 BER 不能超过 0.001。

表6—23 相邻信道选择性要求

参数	电平	单位
参考测量信道数据速率	12.2	kbps
有用信号平均功率	-104	dBm
干扰信号	-55	dBm
已调干扰信号频偏 (有用信号中心频率为参考)	1.6	MHz

6.2.2.4 阻塞特性

阻塞特性是在其它频点上（不包括相邻信道的频点）存在干扰信号时，接收机接收有用信号的能力。阻塞性能应用于下面表格中指定的所有频率，频率变化步长为 1MHz。

1. 最低要求

当有用信号和干扰信号共同进入到基站天线时，在表 6—24 ~ 表 6—26 中指定的参数条件下，静态参考性能必需满足 6.2.2.1 节参考灵敏度电平的要求。

表6—24 在6.1.1节(a)工作频段上的阻塞特性要求

干扰信号中心频率	干扰信号电平	有用信号电平	干扰信号最小偏移	干扰信号类型
1900 – 1920 MHz, 2010 – 2025 MHz	-40dBm	-104dBm	3.2MHz	一个码道的扩谱码信号
1880 – 1900 MHz, 1990 – 2010 MHz, 2025 – 2045 MHz	-40dBm	-104dBm	3.2MHz	一个码道的扩谱码信号
1920 – 1980 MHz	-40dBm	-104dBm	3.2MHz	一个码道的扩谱码信号
1 – 1880 MHz, 1980 – 1990 MHz, 2045 – 12750MHz	-15dBm	-104dBm	—	连续波载波信号

表6—25 在6.1.1节(b)工作频段上的阻塞特性要求

干扰信号中心频率	干扰信号电平	有用信号电平	干扰信号最小偏移	干扰信号类型
1850 – 1990 MHz	-40dBm	-104dBm	3.2MHz	一个码道的扩谱码信号
1830 – 1850 MHz, 1990 – 2010 MHz	-40dBm	-104dBm	3.2MHz	一个码道的扩谱码信号
1 – 1830 MHz, 2010 – 12750MHz	-15dBm	-104dBm	—	连续波载波信号

表6—26 在6.1.1节(c)工作频段上的阻塞特性要求

干扰信号中心频率	干扰信号电平	有用信号电平	干扰信号最小偏移	干扰信号类型
1910 – 1930 MHz	-40 dBm	-104dBm	3.2MHz	一个码道的扩谱码信号
1890 – 1910 MHz, 1930 – 1950 MHz	-40 dBm	-104dBm	3.2MHz	一个码道的扩谱码信号
1 – 1890 MHz, 1950 – 12750MHz	-15 dBm	-104dBm	—	连续波载波信号

2. 与 GSM900 及/或 DCS 1800 共址

此附加要求是当 TD-SCDMA 基站与 GSM900 及/或 DCS1800 基站共址时,用来保护 TD-SCDMA 基站接收机的。

阻塞性能应用于下面表格中指定的所有频率, 频率变化步长为 1MHz。

当有用信号和干扰信号共同进入到基站天线时, 在以下表格指定的参数条件下, 静态参考性能必需满足 6.2.2.1 节参考灵敏度电平的要求。

表6—27 在6.1.1节(a)工作频段上的附加阻塞特性要求(当与GSM900共址时)

干扰信号中心频率	干扰信号电平	有用信号电平	干扰信号最小偏移	干扰信号类型
921 – 960MHz	+16dBm	-104dBm	—	连续波载波信号

表6—28 在6.1.1节(a)工作频段上的附加阻塞特性要求(当与DCS1800共址时)

干扰信号中心频率	干扰信号电平	有用信号电平	干扰信号最小偏移	干扰信号类型
1805 – 1880MHz	+16dBm	-104dBm	—	连续波载波信号

6. 2. 2. 5 互调特性

两个射频信号的三阶和更高阶的信号经混频所产生的干扰信号会落在工作的频带内, 影响通信质量。互调响应抑制是指当存在两个或多个与有用信号有特定频率关系的干扰信号时,对接收机接收有用信号能力的测量。

最低要求是：当以下的信号进入到基站天线时, 应该满足 6.2.2.1 节静态参考灵敏度电平性能要求。

有用信号在指定的信道频率上的信号电平比静态参考电平高 6dB

两干扰信号参数如表 6—29 所示

表6—29 互调要求

干扰信号电平	频率偏差	干扰信号类别
- 48 dBm	3.2MHz	连续载波信号

- 48 dBm	6.4 MHz	TD-SCDMA 一个码道的选择信号
----------	---------	--------------------

6.2.2.6 接收机杂散辐射

杂散辐射功率是指在基站天线连接口测得的由接收机产生的辐射功率。本要求适用于所有收发天线分开的基站。测试时如果收发都处于开启状态则需将在发射口接负载。

对于收发共用天线的基站，可使用 6.2.1.5 节中发射杂散辐射要求。

最低要求是：任何杂散辐射功率应不超出表 6—30 的要求

表6—30 接收机杂散辐射要求

频带	最大电平	测量带宽	注释
30MHz – 1 GHz	-57 dBm	100 kHz	
1 GHz – 1.9 GHz 和 1.98 GHz – 2.01 GHz	-47 dBm	1 MHz	不包括 Fc1-4 MHz 至 Fc2+4 MHz 范围的频率
1.9 GHz – 1.98 GHz 和 2.01 GHz – 2.025 GHz	-83 dBm	1.28 MHz	不包括 Fc1-4 MHz 至 Fc2+4 MHz 范围的频率
2.025 GHz – 12.75 GHz	-47 dBm	1 MHz	不包括 Fc1-4 MHz 至 Fc2+4 MHz 范围的频率

除满足表 6—30 的要求外，在 6.2.1.5/3.（2）、（3）、（4）节中所定义的基站共址时的共存要求也应满足。

6.3 用户终端特性

6.3.1 发射机特性

在本节中，除非对 UE 发射机在天线连接器处的特性进行详细说明，UE 将只被视为使用一体化天线，参考天线的增益假设为 0dBi。

本章中的所有参数都是基于上行参考测量信道（12.2kbps）来定义的。

6.3.1.1 发射功率

1. UE 最大输出功率

表 6—31 列出了不同功率等级定义的最大标称输出功率。标称功率是 UE 的宽带发射功率，即最少在无线接入模式码片速率带宽的(1+α)倍频带内的功率。测量时长是不包括保护时段的发射时隙。

表6—31 UE功率等级

功率等级	最大输出功率	容限
1	+30 dBm	+1dB /-3dB
2	+24 dBm	+1dB /-3dB
3	+21 dBm	+2dB /-2dB
4	+10 dBm	+4dB /-4dB

注

- \* 在多码道的使用环境中中，最大标称输出功率将因为单码道和多码道发射情况下的峰值/均值功率比率的不同而减少。
- \* 甚至在多码发送时，最大标称输出功率允许一定的容限。
- \*对于使用定向天线发射的 UE，分级限制将基于最大 EIRP（等效各向同性辐射功率）。

6.3.1.2 UE 频率稳定度

用户终端(UE)已调载波的频率应该稳定到与从基站接收到的载波频率在一个时隙内相差不到±0.1PPM 的范围内。载波信号频率将因为基站的频率误差和多普勒频移产生明显的误差。在后一种情况中，必须对从基站接收到的信号进行足够时间的平均，以确保由于噪声和干扰引起的频率误差限制在 ±0.1PPM 范围内。UE 的射频频率源与码片时钟源使用同一频率源。

表6—32 UE频率稳定度

自动频率控制（AFC）	频率稳定度
开启	小于± 0.1 PPM

6.3.1.3 输出功率动态范围

功率控制用于限制干扰信号的电平。

1. 功率控制

（1）开环功率控制

开环功率控制是 UE 发射机设置其输出功率为一个指定值的能力。开环功率控制容限的最低要求如表 6—33。

UE 开环功率定义为在一个时隙或者开环功率期间内的 RRC 滤波平均功率，无论哪个都可用。

表6—33 开环功率控制

正常状况	$\pm 9$ dB
极端状况	$\pm 12$ dB

## (2) 闭环功率控制

上行闭环功率控制是指 UE 发射机根据在下行链路接收到的一个或多个功率控制命令 (TPC) 而调整 UE 发射机输出功率的能力。

功率控制步长 ( $\Delta_{\text{TPC}}$ ) 是指 UE 根据接收到一个功率控制命令 (TPC\_cmd) 时, UE 发射机输出功率的功率变化。

在 UE 接收到功率控制命令 (TPC\_cmd) 后的下一个时隙内, 发射机要具有根据  $\Delta_{\text{TPC}}$  或者  $\Delta_{\text{RP-TPC}}$  的数值改变其输出功率 1、2 或 3dB 的能力, 其最低要求如下:

表 6—34 列出了发射机在应用闭环功率控制时的输出功率步长范围。

表 6—35 列出了发射机在应用闭环功率控制时的平均输出功率步长范围。功率控制命令组 (TPC\_cmd group) 是一组功率控制命令的组合, 它可以根据相同时间内的一系列持续的功率控制命令而得到。

闭环功率定义为, 在初始 (参考) 时隙上 RRC 滤波平均功率和不包括瞬变时期的目标时隙上的 RRC 滤波平均功率的相对差值。这些功率值是在使用滚降系数  $\alpha = 0.22$  的根升余弦滤波器 (RRC), 并且测量带宽与码片速率相同的情况下测量的。

表6—34 发射机功率控制范围

发送功率控制命令 (TPC_cmd)	发送功率控制范围					
	1 dB 步长		2 dB 步长		3 dB 步长	
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值
升 (Up)	+0.5 dB	+1.5 dB	+1 dB	+3 dB	+1.5 dB	+4.5 dB
降 (Down)	-0.5 dB	-1.5 dB	-1 dB	-3 dB	-1.5 dB	-4.5 dB

表6—35 发射机平均功率控制范围

发送功率控制命令组 (TPC_cmd group)	10 个相同发送功率控制命令后的发射机功率控制范围					
	1 dB 步长		2 dB 步长		3 dB 步长	
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值
升 (Up)	+8dB	+12dB	+16dB	+24dB	+24dB	+36dB
降 (Down)	-8dB	-12dB	-16dB	-24dB	-24dB	-36dB

## 2. 最小输出功率

最小输出功率是指功率控制设置为最小值时 UE 的输出功率。

最小输出功率定义为不包括保护时段的一个时隙的平均功率。最小输出功率的最低要求是: 小于  $-49$  dBm。

3. 输出功率的失同步操作

UE 将监视 DPCH 的质量以探测在物理层中信号的丢失,如物理层的规范。门限值  $Q_{out}$ ,  $Q_{in}$ ,  $Q_{sbout}$  和  $Q_{sbin}$  分别定义了是什么样 DPCH 质量水平时 UE 将关闭其功率发射, 或者启动其功率发射。

(1) 连续发射的要求

1) 最小要求

当 UE 估计到在最近 160ms 时间 DPCH 的质量劣于  $Q_{out}$  时, UE 将在 40ms 内关闭其发射机。当 DPCH 的质量达不到接受电平  $Q_{in}$ , UE 将不再打开其发射机。当 UE 估计到在最近 160ms 时间 DPCH 的质量好于  $Q_{in}$  时, UE 将在 40ms 内再次打开其发射机。

UE 将监视 DPCH 的质量并与门限值  $Q_{out}$  和  $Q_{in}$  相比较来达到监视同步的目的。门限值  $Q_{out}$  对应于在下行 DPCH 中不能可靠地监测 TPC 命令时的 DPCH 质量电平。它可以是 TPC 命令的误码率, 比如是 30%时的电平。门限值  $Q_{in}$  对应于在下行 DPCH 中能比  $Q_{out}$  时显著可靠地监测 TPC 命令时的 DPCH 质量电平。它可以是 TPC 命令的误码率, 比如是 20%时的电平。

如果发射功率低于 6.3.1.4/1.节(发射关闭功率)所定义的电平值时, UE 的发射机将视为“关闭”。否则将视为“打开”。

2) 测试实例

此节定义一个测试实例, 用于在连续发射的性能测试时, 如何理解最低要求提供一个附加信息。连续测试实例的条件如下:

切换触发电平将设置的很高以保证信标信道功率相对于该值永远不会超过 10dB。因此用来测信号质量的平均时间总能是 160ms。

门限值  $Q_{out}$  与  $Q_{in}$  的质量电平对应于根据下行 DCH 参数条件不同的信号电平。对于表 6—36 中的条件, 质量电平在  $Q_{out}$  的信号可以是  $\Sigma DPCH\_Ec/I_{or}$  的比值为-13dB, 质量电平在  $Q_{in}$  的信号可以是  $\Sigma DPCH\_Ec/I_{or}$  的比值为-9dB。在这个测试中, 信道为下行参考测试信道(12.2kbps), CRC 比特用数据比特代替, 使用静态传播条件。

表6—36 失同步操作测试的DCH参数

参数	单位	值
$\hat{I}_{or}/I_{oc}$	dB	-1
$I_{oc}$	dBm/1.28 MHz	-60
$\frac{\Sigma DPCH\_Ec}{I_{or}}$	dB	如图 6.3.1
信息数据速率	kbps	12.2
TFCI	-	开

图 6.3 示出一个例子, 此图中当比值  $\Sigma DPCH\_Ec/I_{or}$  从 DPCH 正常条件下解调的值降低到  $Q_{out}$  值以下, UE 将关闭其发射机; 然后, 当返回到  $Q_{in}$  值以上, UE 将重新打开其发射机。

UE 什么时候打开发射机, 什么时候关闭发射机的条件由表6—36的参数与图6.3中定义的DPCH 功率值来定义。



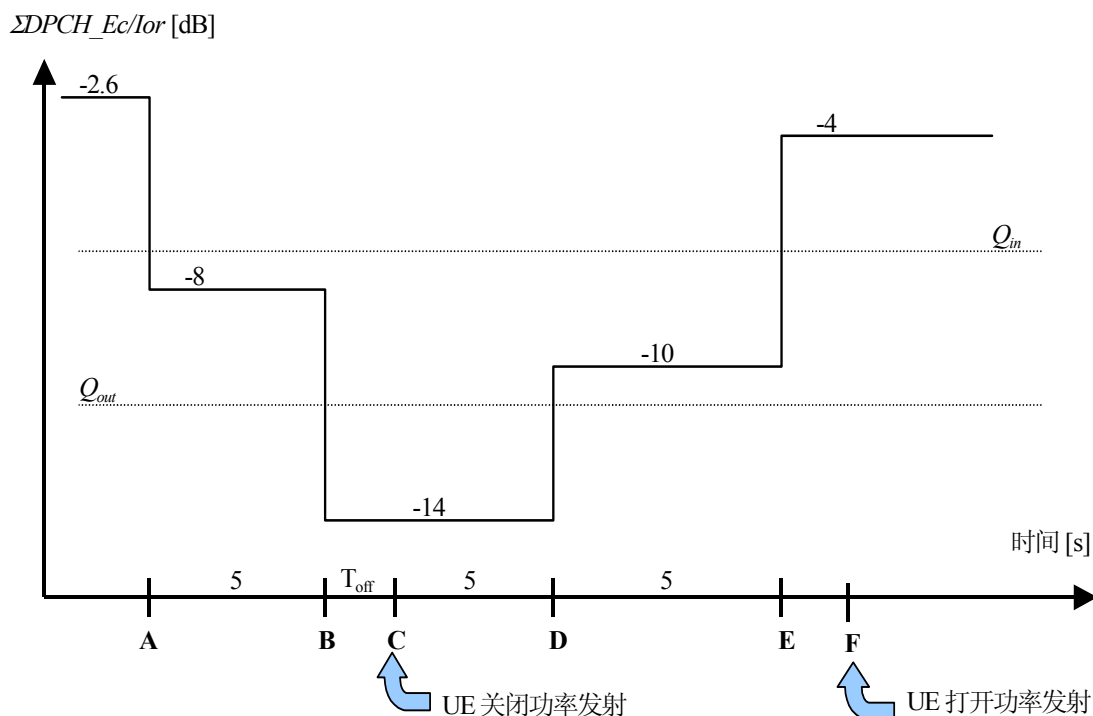


图 6.3 UE 失同步操作的测试实例，连续发射

在此测试实例中，对 UE 的要求：

- \* 在 B 点之前 UE 不关闭其发射机；
- \* UE 将在 C 点之前关闭其发射机，C 点在 B 点之后  $T_{off} = 200\text{ ms}$ ；
- \* 在 C 点与 E 点之间 UE 不打开其发射机；
- \* UE 将在 F 点之前打开其发射机，F 点在 E 点之后  $T_{on} = 200\text{ ms}$ 。

## (2) 不连续发射的要求

### 1) 最小要求

在 DTX 期间，有一些时间 UE 不从 UTRAN 接收数据，如物理层的定义。为了保证同步，在这些数据的时间里 UTRAN 将发射特殊突发时隙。

当 UE 估计到在最近 160ms 时间 DPCH 的质量劣于  $Q_{out}$  时，UE 将在 40ms 内关闭其发射机。当 DPCH 的质量达不到接受电平  $Q_{in}$ ，UE 将不再打开其发射机。当 UE 估计到在最近 160ms 时间 DPCH 的质量好于  $Q_{in}$  时，UE 将在 40ms 内再次打开其发射机。

UE 在下行 DTX 期间将监视 DPCH 的质量，并与门限值  $Q_{out}$  和  $Q_{in}$  相比较来达到监视同步的目的。门限值  $Q_{sbout}$  对应于在下行 DPCH 中不能可靠地监测 TPC 命令时的 DPCH 质量电平。它可以是 TPC 命令的误码率，比如是 30% 时的电平。门限值  $Q_{sbin}$  对应于在下行 DPCH 中能比  $Q_{sbout}$  时显著可靠地监测 TPC 命令时的 DPCH 质量电平。它可以是 TPC 命令的误码率，比如是 20% 时的电平。

在最后的 160ms 时间里，当 UE 不能监测至少一个其质量在门限值  $Q_{sbout}$  以上的特殊突发时隙时，UE 将在 40ms 内关闭其发射机。在特殊突发时隙的质量没有超过接纳电平  $Q_{sbin}$  时，UE 将不再打开其发射机。当 UE 估计到在最近的 160ms 时间内特殊突发时隙的质量好于门限值  $Q_{sbin}$  时，UE 将在 40ms 内再次打开其发射机。

如果发射功率低于 6.3.1.4/1.节（发射关闭功率）所定义的电平值时，UE 的发射机将视为“关闭”。

否则将视为“打开”。

## 2) 测试实例

这里定义一个测试实例，用于在不连续发射的性能测试时，如何理解最低要求提供一个附加信息。

不连续测试实例的条件如下：

切换触发电平将设置的很高，以保证信标信道功率相对于该值永不会超过 10dB。因此用来测信号质量的平均时间总能是 160ms。

UTRAN 发射如物理层定义的特殊突发时隙。特殊突发时隙设置参数 SBSP=4，它表示 UTRAN 每 4 个帧发射一个没有数据的特殊突发时隙。因此，UTRAN 在第一个帧中发射一个没有数据的特殊突发时隙，随后的 3 个帧不发射，接着在第五帧发射一个特殊突发时隙，依次类推。另外，特殊突发时隙将安置在某帧中的两个子帧都发射。

DCH 的参数如表 6—37。

门限值  $Q_{sbout}$  与  $Q_{sbin}$  的质量电平对应于下行 DCH 参数条件下不同的信号电平。对于表 6—37 中的条件，质量电平在  $Q_{sbout}$  的信号可以是  $\Sigma DPCH\_Ec/I_{or}$  的比值为-16dB，质量电平在  $Q_{sbin}$  的信号可以是  $\Sigma DPCH\_Ec/I_{or}$  的比值为-12dB。

表6.37 失同步操作测试的DCH参数，不连续发射

参数	单位	值
$\hat{I}_{or}/I_{oc}$	dB	-1
$I_{oc}$	dBm/1.28 MHz	-60
$\frac{\Sigma DPCH\_Ec}{I_{or}}$	dB	如图 6.3.2
比特/突发时隙(包括 TFCI 比特)	bits	每子帧 88
TFCI	-	开

图 6.4 示出一个例子，当图中比值  $\Sigma DPCH\_Ec/I_{or}$ ，在 DTX 模式中的 DPCH 正常条件下解调的值降低到  $Q_{sbout}$  值以下时，UE 将关闭其发射机；然后，当其值返回  $Q_{sbin}$  值以上时，UE 将重新打开发射机。

当用两个信道化码发射正常数据时，其中一个信道化码发射特殊突发时隙。因此在特殊突发时隙期间每码片的总能量比连续数据发射时低 3dB。在图中特殊突发时隙用“SBs”表示。

在没有数据的 3 帧期间，UE 将接收到非常低的功率，这在图中未显示出来。在随后帧中的两个子帧将发射 DTX 期间携带特殊突发的特殊突发时隙。图中显示的是特殊突发时隙的功率。

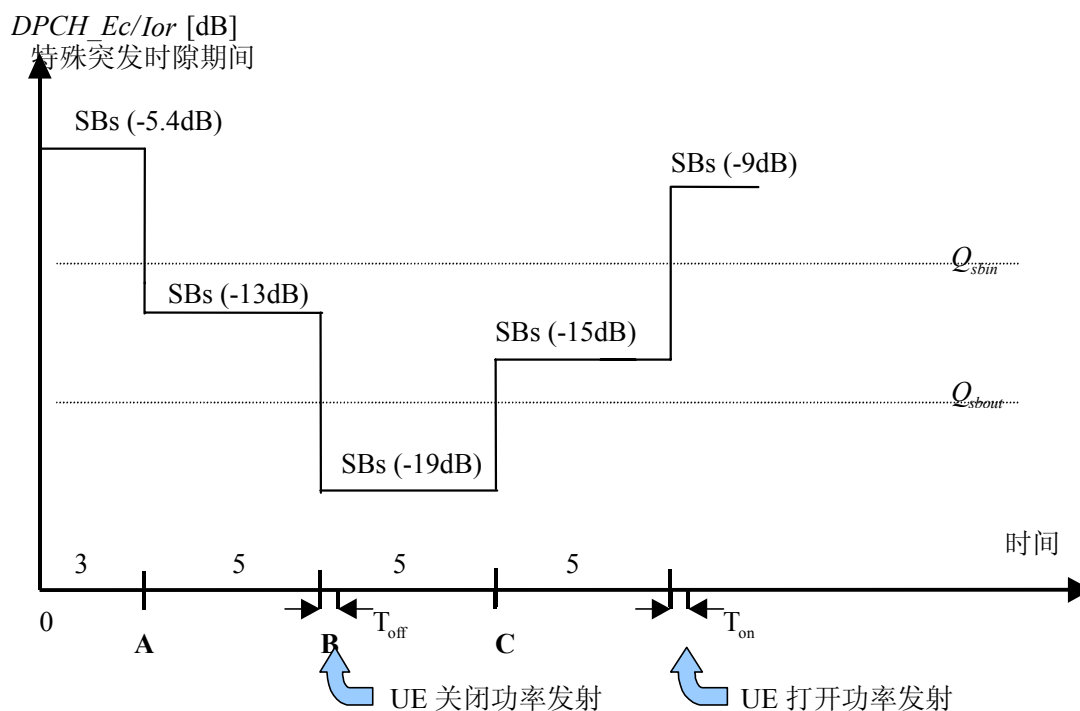


图 6.4 UE 失同步操作的测试实例（不连续发射）

在此测试实例中，对 UE 的要求是：

- \* 在 B 点之前 UE 不关闭其发射机；
- \* UE 将在 C 点之前关闭其发射机，C 点在 B 点之后  $T_{off} = 200\text{ ms}$ ；
- \* 在 C 点与 E 点之间 UE 不打开其发射机；
- \* UE 将在 F 点之前打开其发射机，F 点在 E 点之后  $T_{on} = 200\text{ ms}$ 。

#### 6.3.1.4 发射打开 / 关闭功率

##### 1. 发射关闭功率

发射关闭功率状态是指当 UE 不发射时的状态。发射关闭功率定义为发射机关闭时，在一个码片上测得的 RRC 滤波平均功率。

发射关闭功率的最低要求是：小于  $-65\text{ dBm}$ 。

##### 2. 发射打开 / 关闭时间模板

发射打开 / 关闭时间模板定义 UE 在发射关闭功率与发射打开功率期间所允许的跳变时间。其最低要求如下：

随时间变化的发射功率值应满足图 6.5 所定义的模板。在此发射时间对于单一发射时隙没有保护时间的突发时间，是从第一个发射时隙突发的开始到连续发射时隙的最后一个发射时隙的结束（没有保护时间）。

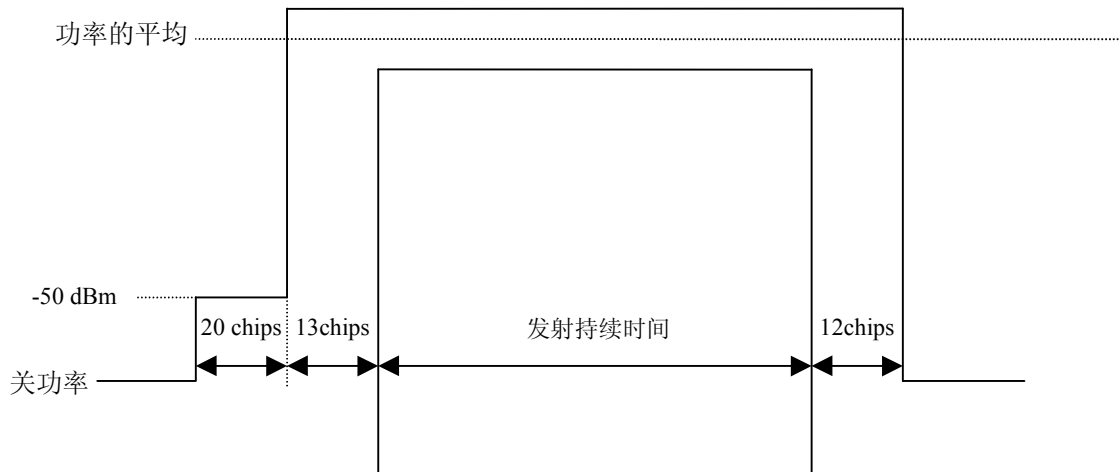


图 6.5 发射打开 / 关闭模板

### 6.3.1.5 射频辐射

#### 1. 占用带宽

占用带宽是指在所分配的信道频率为中心的发射频谱内，99%的积分功率所对应的的频带带宽。基于 1.28Mcps 码片速率的占用带宽为 1.6MHz。

#### 2. 带外辐射

带外辐射是在信道带宽以外由于调制以及发射机的非线性所产生的辐射（不包括杂散辐射）。带外辐射主要由频谱辐射模板和邻道泄漏功率比要求来决定。

##### (1) 频谱辐射模板

用户终端的频谱辐射模板要求主要应用于载波频率以外 0.8MHz 到 4MHz 范围内的频率。带外辐射的基准是相对于 1.6MHz 带宽上用户终端的 RRC 滤波平均功率。

最低要求是：任何 UE 的发射功率不应超出表 6—38 列出的值。

表6—38 频谱辐射模板要求

$\Delta f^*$ (MHz)	最低要求	测量带宽
0.8 MHz	-35 dBc	30 kHz**
0.8 - 1.8 MHz	$\left\{ -35 - 14 \cdot \left( \frac{\Delta f}{\text{MHz}} - 0.8 \right) \right\} \text{dBc}$	30 kHz**
1.8 - 2.4 MHz	$\left\{ -49 - 25 \cdot \left( \frac{\Delta f}{\text{MHz}} - 1.8 \right) \right\} \text{dBc}$	30 kHz**
2.4 - 4.0 MHz	-49 dBc	1 MHz***
* $\Delta f$ 是载波频率与测量滤波器中心频率的差。		

** 用 30kHz 滤波器测量的第一个与最后一个测量位置是 $\Delta f$ 等于 0.815 MHz 与 2.385 MHz。
*** 用 1MHz 滤波器测量的第一个与最后一个测量位置是 $\Delta f$ 等于 2.9MHz 与 3.5MHz。作为普通规则，测量设备的分辨带宽应等于测量带宽。为了提高测量精度、灵敏度与效率，分辨带宽可以与测量带宽不同。当分辨带宽小于测量带宽时，结果应根据测量带宽归整以获得测量带宽等等的噪声带宽。
较低的限值是一55dBm/1.28MHz 与本表要求的最低要求两者之间的较高者。

### (2) 邻道泄漏功率比 (ACLR)

邻道泄漏功率比 (ACLR) 指信道工作中心频率处的 RRC 滤波平均功率与相邻信道中心频率处的 RRC 滤波平均功率的比值。

如果邻道 RRC 滤波平均功率大于-50dBm，ACLR 的最低要求应该优于表 6—39 列出的限值。

表6—39 UE邻信道泄漏功率比 (ACLR)

功率等级	邻近信道	ACLR 限值
2, 3	UE 信道 $\pm 1.6$ MHz	33dB
2, 3	UE 信道 $\pm 3.2$ MHz	43dB

注：

- \*在瞬时转换状况下，上述要求仍然必须满足。
- \*ACLR 的要求反应了现代最新技术所能达到的水平。
- \*如果将来技术水平有了提高，对用户终端的 ACLR 要求可以重新考虑。

### 3. 杂散辐射

杂散辐射指由不需要的信号产生的辐射，比如谐波辐射、寄生辐射、互调产物和频率变换分量等，但不包括带外辐射。

关于带外辐射要求和频谱辐射要求之间频率的界限以及具体的过渡限值，可以参见 ITU-R 规范 SM.329-8。

下面的最低要求仅仅适用于频率远离用户终端中心载波频率 4MHz 以外的情况。

表6—40 杂散辐射要求

频段	分辨带宽	最低要求
$9\text{ kHz} \leq f < 150\text{ kHz}$	1 kHz	-36dBm
$150\text{ kHz} \leq f < 30\text{ MHz}$	10 kHz	-36dBm
$30\text{ MHz} \leq f < 1\text{GHz}$	100 kHz	-36dBm
$1\text{GHz} \leq f < 12.75\text{GHz}$	1 MHz	-30dBm

表6—41 附加杂散辐射要求

频段	分辨带宽	最低要求
$925\text{MHz} \leq f \leq 935\text{MHz}$	100 kHz	-67dBm*
$935\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$	100 kHz	-79dBm*
$1805\text{ MHz} \leq f \leq 1880\text{ MHz}$	100 kHz	-71dBm*

注：\* 这里的测量是在 200kHz 的整数倍的频率上进行的。作为例外，对于在测量中应用的每一个 UARFCN，允许多达五次测量值达到表 6—10 中定义的应用要求值。

6.3.1.6 发射互调特性

发射互调特性是当有用信号和通过天线进入发射机的干扰信号共同存在时，发射机对由非线性器件产生的有害信号进行抑制的能力。

对于发射互调特性，其最低要求是：当用户终端相距较近时发射易于产生互调产物，这些互调产物将作为有害信号进入用户终端或者基站的接收频带。当外加的连续波干扰信号电平小于有用信号时，用户终端互调衰减定义为有用信号的 RRC 滤波平均功率和互调产物的 RRC 滤波平均功率的比值。

表 6—42 列出了载波信道间距为 1.6MHz 时发送互调的要求。

表6—42 发送互调

干扰信号频率偏移	1.6MHz	3.2MHz
干扰信号电平	-40dBc	
互调产物的最低要求	-31dBc	-41dBc

6.3.1.7 发送调制

1. 发送脉冲成形滤波器

发送脉冲成形滤波器是频域滚降系数为  $\alpha = 0.22$  的根升余弦滤波器。它的冲激响应为：

$$RC_0(t) = \frac{\sin(\pi \frac{t}{T_c} (1 - \alpha)) + 4\alpha \frac{t}{T_c} \cos(\pi \frac{t}{T_c} (1 + \alpha))}{\pi \frac{t}{T_c} (1 - (4\alpha \frac{t}{T_c})^2)}$$

其中滚降系数  $\alpha = 0.22$ ，码片周期  $T_c = \frac{1}{Chiprate} = 0.78125\mu s$ 。

2. 误差向量数值 (EVM)

误差向量数值是指参考波形与测量波形之间的偏差测量值（误差向量）。两个波形都通过与码片速率相匹配、滚降系数  $\alpha = 0.22$  的根升余弦滤波器。然后两个波形都经过频率、绝对相位、绝对幅度及码片时钟定时的修正，从而达到最小的误差向量。EVM 值是误差向量平均功率与参考信号平均功率之比的平方根，用 a%表示。测量间隔为一个时隙。

在参数定义为表 6—43 的情况下，误差向量数值的最低要求不超过 17.5 %。

表6—43 误差向量数值/码域误差峰值的测量参数

参数	单位	电平
UE 输出功率	dBm	≥ -20
工作条件		正常条件
功率控制步长	dB	1

3. 峰值码域误差

本节仅仅适用于多码道传输的情况。

码域误差指将误差向量功率等效到特定扩谱系数的码域所得到的误差。码域误差定义为与参考波形平均功率之比，用 dB 表示。峰值码域误差定义为最大的码域误差。测量间隔为一个时隙。

在参数定义为表 6—43 的情况下，当扩谱系数为 16 时，峰值码域误差的最低要求是：不能大于 -21dB。

上述要求是基于上行参考测量信道来定义的。

6. 3. 2 接收机特性

除非对 UE 收信机在天线连接器处的特性进行详细说明，本节中的 UE 将只被视为使用一体化天线，参考天线的增益假设为 0dBi。

本章中的所有参数都是基于下行参考测量信道（12.2kbps）来定义的。

6. 3. 2. 1 分集特性

假设采用合适的相干接收机配置，并把信道冲激响应估计和码跟踪程序结合起来使用。在 TD-SCDMA 中共使用了三种分集形式：

表6—44 TDD的分集特性

时间分集	上行链路和下行链路使用信道编码和交织。
多径分集	由于增加信号捕获能量，额外的处理单元（智能天线和联合检测或其它适合的接收机结构）可以提高的延迟-扩谱性能。
天线分集	天线分集（智能天线）可以在基站和移动台(可选)上最大限度的合成信号，在基站可以下行分集发射。

6. 3. 2. 2 参考灵敏度电平

参考灵敏度电平是指，在确保误比特率（BER）不超过某一特定值情况下，在天线端口测得的最小接收平均功率。

参考灵敏度的最低要求是：测试参数在表 6—45 所示情况下，误比特率(BER)不能大于 0.001。

表6—45 参考灵敏度测试参数

参数	电平	单位
$\frac{\Sigma DPCH\_Ec}{I_{or}}$	0	dB
$\hat{I}_{or}$	-108	dBm/1.28 MHz

### 6.3.2.3 最大输入电平

最大输入电平定义为，在确保不降低指定的误比特率（BER）性能的情况下，在 UE 天线端口处接收的最大平均功率。

最大输入电平的最低要求是：测试参数在表 6—46 所示情况下，误比特率(BER)不能大于 0.001。

表6—46 最大输入电平

参数	电平	单位
$\frac{DPCH\_Ec}{I_{or}}$	-7	dB
$\hat{I}_{or}$	-25	dBm/1.28 MHz

### 6.3.2.4 邻道选择性（ACS）

邻道选择性是指在相邻信道信号存在的情况下，接收机在其指定信道频率上接收有用信号的能力。在实际测试时，相邻信道信号的频率偏离于指定信道中心频率一个特定的频率偏移量。邻道选择性定义为接收机滤波器在指定信道频率上的衰减与在相邻信道频率上的衰减的比值。

邻道选择性的最低要求是：测试参数在表 6—47 所示情况下，误比特率(BER)不能大于 0.001，邻道选择性应该优于表 6—48 中指示的值。

表6—47 邻道选择性

功率等级	单位	邻道选择性
2	dB	33
3	dB	33

表6—48 邻道选择性的测试参数

参数	单位	电平
$\frac{\Sigma DPCH\_Ec}{I_{or}}$	dB	0
$\hat{I}_{or}$	dBm/1.28 MHz	-91
$I_{oac}$	dBm/1.28 MHz	-54
$F_{uw}$ 频偏	MHz	+1.6 or -1.6



6.3.2.5 阻塞特性

阻塞特性指的是在杂散辐射和相邻信道之外的频段上存在干扰信号的情况下，接收机在指定信道上不是因为干扰信号的存在而使接收的有用信号质量下降幅度超过容限值的能力。阻塞性能适用于除了产生杂散响应的频段之外的所有频率。

阻塞特性的最低要求是：测试参数在表 6—49、表 6—50 所示情况下，误比特率(BER)不能大于 0.001。

表6—49 带内阻塞

参数	单位	电平	
$\frac{\Sigma DPCH - Ec}{I_{or}}$	DB	0	
$\hat{I}_{or}$	dBm/1.28MHz	-105	
$I_{ouw}$ 平均功率(已调波)	dBm	-61 ( $F_{uw}$ 频偏 $\pm 3.2$ MHz)	-49 ( $F_{uw}$ 频偏 $\pm 4.8$ MHz)

表6—50 带外阻塞

参数	频段 1	频段 2	频段 3	单位
$\frac{\Sigma DPCH - Ec}{I_{or}}$	0	0	0	dB
$\hat{I}_{or}$	-105	-105	-105	dBm/1.28MHz
$I_{ouw}$ (CW)	-44	-30	-15	dBm
无用信号频率( $F_{uw}$ ) 运行在 6.1.1 节 (a) 中定义的频段上。	$1840 < f < 1895.2$ $1924.8 < f < 2005.2$ $2029.8 < f < 2085$	$1815 < f < 1840$ $2085 < f < 2110$	$1 < f < 1815$ $2110 < f < 12750$	MHz
无用信号频率( $F_{uw}$ ) 运行在 6.1.1 节 (b) 中定义的频段上。	$1790 < f < 1845.2$ $1994.8 < f < 2050$	$1765 < f < 1790$ $2050 < f < 2075$	$1 < f < 1765$ $2075 < f < 12750$	MHz
无用信号频率( $F_{uw}$ ) 运行在 6.1.1 节 (c) 中定义的频段上。	$1850 < f < 1905.2$ $1934.8 < f < 1990$	$1825 < f < 1850$ $1990 < f < 2015$	$1 < f < 1825$ $2015 < f < 12750$	MHz

注：

- \*对于运行在 6.1.1 (a) 节中定义的频段上  $1895.2 < f < 1900$  MHz,  $1920 < f < 1924.8$  MHz,  $2005.2 < f < 2010$  MHz 和  $2025 < f < 2029.8$  MHz 的频率范围内，应用适当的带内阻塞和邻信道选择性（6.3.2.4 节）。
- \*对于运行在 6.1.1 (b) 节中定义的频段上  $1845.2 < f < 1850$  MHz 和  $1990 < f < 1994.8$  MHz 的频率范围内，应用适当的带内阻塞和邻信道选择性（6.3.2.4 节）。
- \*对于运行在 6.1.1 (c) 节中定义的频段上  $1905.2 < f < 1910$  MHz 和  $1930 < f < 1934.8$  MHz 的频率范围内，应用适当的带内阻塞和邻信道选择性（6.3.2.4 节）。

6.3.2.6 杂散响应特性

杂散响应是在无用连续波干扰信号导致的性能下降不超过一个特定值的情况下，接收机在指定

信道频率上接收有用信号能力的度量。该无用连续波干扰信号的频率是不满足阻塞特性限制的其它任一频率。

杂散响应特性的最低要求是：在表 6—51 所定义的参数下，误比特率(BER)不能大于 0.001。

表6—51 杂散响应

参数	单位	电平
$\frac{\Sigma DPCH\_Ec}{I_{or}}$	dB	0
$\hat{I}_{or}$	dBm/1.28 MHz	-105
$I_{ouw} (CW)$	dBm	-44
$F_{uw}$	MHz	杂散响应频率

6.3.2.7 接收互调特性

两个射频信号经过混频所产生的三阶和高阶的干扰信号可能会落在工作频带内。互调响应抑制是指接收机在指定信道频率接收有用信号时对互调产物的抑制能力。

接收互调特性的最低要求是：测试参数在表 6—52 所示情况下，误比特率(BER)不能大于 0.001。

表6—52 接收互调特性

参数	电平	单位
$\frac{\Sigma DPCH\_Ec}{I_{or}}$	0	dB
$\hat{I}_{or}$	-105	dBm/1.28 MHz
$I_{ouw1}$ (连续波)	-46	dBm
$I_{ouw2}$ 平均功率 (已调波)	-46	dBm/1.28MHz
无用信号频偏 1 ( $F_{uw1}$ ) (连续波)	3.2	MHz
无用信号频偏 2 ( $F_{uw2}$ ) (已调波)	6.4	MHz

6.3.2.8 接收机杂散辐射

接收机杂散辐射功率是指在接收机中产生或放大的、出现在 UE 天线连接器上的辐射功率。杂散辐射的最低要求是：任何杂散辐射的功率都不能超过表 6—53 中规定的最大值。

表6—53 接收机杂散辐射要求

频带	最大值	测量带宽	注释
30MHz – 1 GHz	-57 dBm	100 kHz	
1 GHz – 1.9 GHz 和 1.92 GHz – 2.01 GHz 和 2.025 GHz – 2.11 GHz	-47 dBm	1 MHz	低于用户终端使用的第一载频 4MHz 与高于最后一个载频 4MHz 之间的频率除外。
1.9 GHz – 1.92 GHz 和 2.01 GHz – 2.025 GHz 和 2.11 GHz – 2.170 GHz	-64 dBm	1.28 MHz	低于用户终端使用的第一载频 4MHz 与高于最后一个载频 4MHz 之间的频率除外。
2.170 GHz – 12.75 GHz	-47 dBm	1 MHz	

## 第七章 无线资源管理

### 7.1 无线资源管理的基本概念

TD-SCDMA 系统的无线资源包括码字、频率、功率、时隙和空间角度。因为该系统综合使用了时分、频分、码分和空分以及其它多种新技术，所以频谱利用率较高。无线资源管理（RRM）是无线网络控制器（RNC）的重要组成部分，其作用主要包括三个方面：

- \* 确保用户申请业务的服务质量（QoS），包括误块率（BLER）、误比特率（BER）、时间延迟（Delay）、业务优先等级等。
- \* 确保系统规划的覆盖。
- \* 充分提高系统容量。

#### 7.1.1 RRM 模块的组成

从功能角度来分，RRM 的作用有：计算功能、控制功能和资源配置功能。它的组成结构包括：算法模块、决策模块、资源分配模块、无线资源数据库和对外接口模块。其中起决定作用的是算法模块，包括：

- \* 功率控制模块（Power Control, PC）：主要功能是在维持链路通信质量的前提下尽可能小的消耗功率资源，从而降低网络中的相互干扰和延长终端电池的使用时间。
- \* 切换控制模块（Handover Control, HC）：主要功能是为保证移动用户通信的连续性，或者基于网络负载和操作维护等原因，将用户从当前的通信链路转移到其它小区。
- \* 接纳控制模块（Admission Control, AC）：当新的用户和越区切换的用户发起呼叫时，网络执行接纳控制过程，其目的是维持网络的稳定性和已接纳用户的 QoS。
- \* 包调度模块（Packet Scheduler, PS）：主要功能是用于服务分组数据业务，其具体的调度速率由网络负荷情况决定。
- \* 负载控制模块（Load Control, LC）：主要功能是连续计算网络的负荷信息，并将该信息提供给其它模块。当网络出现过载情况时，LC 通过 RRM 中其它模块的综合作用将网络恢复到正常的状态。
- \* 动态的信道分配模块（DCA）：主要功能是负责将信道分配到小区、信道优先级排序、信道选择、信道调整和资源整合。
- \* 无线链路监测模块（RLS）：负责监测无线链路的质量，当检测到通信链路质量变坏时，向相应的 RRM 模块发出报告。
- \* 资源管理模块（Resources Management RM）：包括码分配（Code Assignment CA）逻辑信道资源和传输信道资源的管理。

除以上所列的模块之外，RRM 还包括拥塞控制（CC）模块、小区选择（CS）模块和无线承载控制（RBC）模块。

RRM 算法中有些算法是基于网络的，如 CAC、PS、DCA、LC、CC 和 CS；有些是基于链路的，如 HC、PC、RLS 和 RBC。

### 7.1.2 主要功能模块在系统中的位置

RRM 虽然定位在网络层，但所有算法的设计都是基于物理层技术的，将分散在终端（UE）、基站（Node B）和 RNC 中。再进一步划分，则有：

- \* 在 RNC 中的算法主要有：PC、HC、AC、LC、PS、RM、CC、CS 和 RLS；
- \* 在 Node B 中的算法有 LC 和 PC；
- \* 在 UE 中的算法有 PC。

任何算法的执行都是三者相互协调、相互作用的结果。

### 7.1.3 TD-SCDMA 系统 RRM 的特点

业务模型、信道模型和系统模型将对 RRM 算法的设计产生决定性的影响。由于业务参数模型和信道模型对所有 3G 系统是相同的，决定各系统 RRM 不同的因素主要是物理层技术。和其它 3G 系统相比，TD-SCDMA 系统在物理层技术上采用了智能天线（SA）、联合检测（JD）、上行同步以及特殊的帧结构等，因此，该系统的 RRM 设计比较灵活。其中最具有代表性的是该系统的 RRM 算法中采用了接力切换和 动态信道分配（DCA）技术，并且 SA 对于各个算法的影响较大，所有这些将在后续各节中介绍。

## 7.2 动态信道分配（DCA）

### 7.2.1 DCA 概述

TD-SCDMA 系统的无线资源包括频率、时隙、码字、功率及空间资源，系统中的任何一条物理信道都是通过它的载频/时隙/扩频码的组合来标记的。信道分配实际上就是一种无线资源的分配过程。DCA（Dynamic Channel Allocation）算法具有如下特点：

- \* 能够限制干扰、最小化信道重用距离，从而高效率地利用有限的无线资源，提高系统容量；
- \* 适应 3G 业务的需要，尤其是高速率的上、下行不对称的数据业务和多媒体业务。

采用 DCA 是 TDD 系统的优势所在，能够灵活的分配时隙资源，动态地调整上下行时隙的个数，从而可以灵活地支持对称及非对称的业务。

因此，DCA 具有频带利用率高、无需信道预规划、可以自动适应网络中负载和干扰的变化等优点。其缺点在于，DCA 算法相对于 FCA（固定信道分配）来说较为复杂，系统开销也比较大。

目前，在 3GPP 标准中阐述的是一种基于本地干扰测量的信道分配算法。信道分配算法在网络侧由 RNC 完成，根据 UE 和 Node B 对本地信号及干扰强度的测量来分配信道。这就要求 RNC 搜集所辖各个小区的大量的实时信息，包括信道干扰、系统负荷等。

在 DCA 技术中，信道并不是固定地分给某个小区，而是被集中在一起进行分配；只要能提供足够的链路质量，任何小区都可以将该信道分给呼叫。在实际运行中，RNC 集中管理一些小区的可用资源，根据各个小区的网络性能参数、系统负荷情况和业务的 Qos 参数，动态地将信道分配给用户。在小区内分配信道的时候，相邻小区的信道使用情况对于 RNC 来说是已知的，不需要再通过小区间的信令交互获得。动态信道分配技术一般包括两个方面：

一是把资源分配到小区，也叫做慢速 DCA。二是把资源分配给承载业务，也叫做快速 DCA。

### 7.2.2 慢速 DCA

慢速 DCA 的主要任务是进行各个小区间的资源分配,在每个小区内分配和调整上下行链路的资源,测量网络端和用户端的干扰,并根据本地干扰情况为信道分配优先级。

使用 DCA 技术,频域内的簇复用不需要再进行频率规划。对于一个运营商来说,如果有多个的载频,也可以采用大于 1 的频率复用系数。

由于 3G 系统支持多种业务,包括上下行业务量不对称的业务,因此对于不同小区,在不同的时间,对上下行容量的需求也是不断变化的。TDD 系统特有的帧结构可以通过动态分配上下行时隙的信道资源来满足业务的 QoS 需要。

干扰的测量能够使系统了解网络内各个小区的负荷情况,通过时隙间信道的调配,缓解临近小区之间由于使用相同的资源造成干扰严重的问题。

基站和移动终端对本地干扰的测量是为信道划分优先级的基础。系统根据网络的负荷信息,将为用户选择优先级最高、干扰最小的信道接入系统,从而改善系统接纳成功率和用户接纳时间。

慢速 DCA,尤其是上下行时隙的灵活划分是近几年 DCA 技术研究的一个热点,产生了不少学术论文和专利技术。其中包括针对不对称业务的资源分配、多小区交叉时隙的干扰模型的研究或优化时隙分配的具体方法等等。

相邻小区间由于上下行时隙划分不一致所带来的交叉时隙干扰是 DCA 技术期待解决的一个问题。有观点认为,在小区边界或小区交叠的地区,可以根据用户在本地实测的上下行干扰情况决定该用户在该时隙进行哪种方向上的通信比较好。这种方式比较灵活,同时也有效地利用了交叉时隙的资源,提高了系统容量。当然,对这种干扰问题解决的方法还在于 DCA 技术本身的进一步完善和发展。一旦在这个问题上获得突破,DCA 技术的应用前景将相当广阔,同时对 TDD 系统容量和系统性能的提高也是比较明显的。

### 7.2.3 快速 DCA

快速 DCA 包括信道分配和信道调整两个过程。

信道分配是根据其需要资源单元(Resource Units, RUs)的多少为承载业务分配一条或多条物理信道;一般要根据慢速 DCA 得到的该小区信道优先级列表,在优先级最高的时隙中分配 RU 资源。

信道调整(也就是信道重分配)可以通过 RNC 对小区负荷情况、终端移动情况和信道质量的监测结果,动态地对资源单元(主要是时隙和码道)进行调配和切换。

快速 DCA 算法的效率和复杂度主要取决于移动终端的多时隙(Multislot)和多码道(Multicode)控制能力。

快速 DCA 一般遵循以下原则:

- \* 用于信道分配的基本 RU 是一个码字/时隙/频率的组合;
- \* 多速率业务通过对 RU 的集中分配获得;这可以在码域(在一个时隙中集中多个码字,即 Multicode)实现,也可以在时域中(在一个帧中集中多个时隙,即 Multislot)实现,还可以进行二者的随意组合。
- \* 由于在上下行时隙中,每个时隙最大可用码字的数目依赖于几个物理条件,如信道特性、环境、是否使用其它进一步提高容量的技术(比如智能天线)等等。终端的多码控制能力也是一个需要考虑的问题,实际开发中往往受到终端实现能力的限制。除此之外,跳时可以用在低速率用户,使区间干扰均匀化。
- \* 信道分配对实时业务和非实时业务是不同的。

实时业务在整个通信过程中保持其信道占用,但是为其分配的资源是可以变化的(比如对

于可变速率业务)。

非实时业务的信道分配遵循“Best effort 策略”，只在发送专用数据包时分配信道，在没有可用资源时挂起请求。另外，对允许的非实时业务可以设置优先级。信道重分配（即小区内切换）的触发原因有很多，包括适应变化的干扰条件。

\* 网络为接纳实时高速率业务（需要占用多个 RU）而进行的资源整合。资源整合过程是为了预防为一个承载业务分配的码字落在过多的时隙中，通过释放负荷最轻的时隙的资源而进行的信道重分配。在资源整合的过程中，除了用户在时隙间切换信道的过程，还可能包括系统夺取一部分低优先级用户的资源的过程，以便将有限的资源分给高优先级的用户。用户的优先级一般根据所承载的业务划分，也可由运营商参与划分。

\* 当使用智能天线的时候，DCA 用来将同一个时隙内的不同用户在空间上彼此隔开。同样，可以将空间上处于同一方向而彼此干扰的用户，通过时隙调配在时间上彼此隔开。

#### 7.2.4 几种 DCA 算法介绍

基于干扰的 DCA 是目前普遍被研究和使用的 DCA 算法。它对信道的排序、分配和调整都是基于 UE 和网络端（Node B）的实时干扰测量。

多载波基站的 DCA 的主要问题是系统中增加了频率资源，但是 DCA 的原理和基本实现过程保持不变。由于多载波基站的干扰模型发生了变化，因此干扰的测量和计算是不同的，其算法的参数和门限值可能会发生变化。多载波系统的 DCA 除了可以在同一载波的不同时隙间调整信道，还可以在不同载波的不同时隙调整信道，所以测量排序的时隙列表将加长，信道调整过程中还可能包括载波间的切换过程。

是否将一个载波看成一个逻辑小区，是确定多小区 DCA 算法的一个决定性的出发点。如果将一个载波看成一个逻辑小区，用户在不同载波的信道调整视为越区切换，那么其调整过程、方法、甚至信令过程都与单载波系统极为相近。如果将一个基站携带的多个载波视为一个逻辑小区，在计算和调整过程中就要增加一维——频率，信道优先级列表的内容将成倍增加，信令过程也要更为复杂。但是多个小区的资源统一调配，信道分配方式必将更加灵活。

### 7.3 越区切换原理

#### 7.3.1 概述

TD-SCDMA 系统中的切换是为保证移动用户通信的连续性或者基于网络负载和操作维护等原因，将用户从当前的通信链路转移到其它小区的过程。

切换过程是无线资源管理功能中的重要一部分。用户终端在最初的小区与网络实现连接之后，由于各种原因有可能离开这个小区的服务范围。TD-SCDMA 系统中的切换过程就是将用户终端的连接切换到其他小区，从而使得通信服务不中断。TD-SCDMA 系统切换的主要功能是通过相应的测量报告及有关准则来维持通信链路的连接。

切换过程的优化设计对于任何一个蜂窝通信系统都是十分重要的。因为从网络效率的角度出发，当用户终端处于不适合的服务小区进行通信时，不仅会影响通信质量，同时也将增加整个网络的负荷，甚至造成干扰。移动用户应当使用网络中最优化的通信链路 with 相应的基站建立连接。

TD-SCDMA 系统中的切换主要有以下几种类型:

\*TD-SCDMA 系统向 TD-SCDMA 系统的切换(同频/异频);

\*TD-SCDMA 系统向 FDD 系统的切换;

\*TD-SCDMA 系统向 GSM 系统的切换。

### 7.3.1.1 TD-SCDMA 系统中切换的功能描述

TD-SCDMA 系统的切换主要可以分为三个过程: 测量过程、决策过程和执行过程。

切换过程的可以由若干个单独的功能模块来实现, 测量过程的主要功能是对 TD-SCDMA 系统中切换要求的参数进行测量, 并且对于测量报告的结果进行检验。测量过程主要分为系统内的测量和系统间的测量, 以及同频测量和异频测量。这个过程主要涉及到测量报告的周期、格式等参数。

决策过程的主要功能是根据网络和业务等各方面要求配置相应的参数, 并参考相应的门限值和测量结果给出切换判决结果, 最终决定用户终端是否切换以及切换的目标小区。决策过程的设计具体体现了切换算法中的各种切换准则, 同时也是对于 TD-SCDMA 系统要求的性能的具体反映。

执行过程的主要功能是当决策过程已经判决用户终端需要进行相应的切换时, 通过 RNC 与用户终端的信令交互使用户终端与目标小区建立连接, 并为用户终端分配相应的无线资源, 从而完成 TD-SCDMA 系统切换。

### 7.3.1.2 TD-SCDMA 系统中的切换算法分析

由于基于  $E_c/I_o$  准则的切换有利于最小化基站总功率和均衡各个基站负荷的特点, 且当所有小区具有相同导频信号强度的情况下, 基于  $E_c/I_o$  准则的切换可等效为基于导频强度准则的切换, 所以切换算法可采用基于导频强度准则和滞后门限算法。切换算法的执行过程可以分为两个部分, 一是决定是否进行切换, 二是决定切换的目标小区。目前决定是否进行切换的第一准则是依据导频强度进行的, 其次是利用链路质量参数对其进行优化。关于质量的判决主要考虑链路测量的  $SIR$  值与目标  $SIR_t + \Delta$  的比较结果。其中  $SIR_t$  是为了保证相应的 QoS 的最低要求, 可通过链路和系统性能仿真得到。  $\Delta$  是与切换率和切换掉话率相关的门限参数, 其取值与网络规划和优化有关。而确定目标小区依据的是门限滞后准则进行的。具体过程如下:

RNC 根据 UE 的测量报告的分析判决, 当 UE 测量得到的当前服务小区的 PCCPCH RSCP 在一段时间  $T_1$  内, 持续低于一个预先给定的门限值  $RSCP\_DL\_DROP$  时, UE 对 RNC 指配的相邻小区的 PCCPCH RSCP 进行测量, 按如下的标准判决是否切换并选择目标小区:

$$\begin{aligned} PCCPCH\_RSCP_{adjacent} &> RSCP\_DL\_ADD \text{ (持续时间 } T_1) \quad \text{并且满足:} \\ PCCPCH\_RSCP_{adjacent} - PCCPCH\_RSCP_{serving} &> RSCP\_DL\_COMP \text{ (持续时间 } T_2) \end{aligned}$$

当同时有多个相邻小区满足该条件时, 则 RNC 可选择 PCCPCH RSCP 测量值最大的相邻小区作为切换的目标小区。也可根据系统其它信息优化地选择一个相邻小区作为切换的目标小区。

上述切换算法中涉及到的各个门限参数含义是:

\*  $RSCP\_DL\_DROP$ : 切换测量启动门限。当 UE 接收到当前服务小区的 PCCPCH RSCP 低于  $RSCP\_DL\_DROP$  的时候, 这时指示当前服务小区服务质量下降, 需要启动切换测量。

\*  $RSCP\_DL\_ADD$ : 相邻小区 PCCPCH RSCP 检测门限。相邻小区的 PCCPCH RSCP 必须大于  $RSCP\_DL\_ADD$  才有可能成为切换目标小区。





置得过低，相邻小区成为切换小区的条件比较宽松，某个相邻小区的测量值仅仅比当前服务小区的测量值高出一一点就被可能判作切换目标小区，执行切换。这样产生的后果：一个是不能保证切换到的新小区的信道质量足够好；另外由于阴影衰落以及其它随机干扰的影响，很可能使 UE 刚完成一次切换就又要进行新的切换，从而产生了很多不必要的切换，加重了系统的负荷。相反，对于 RSCP\_DL\_COMP 设置得过高时，候选小区成为切换目标小区的条件比较严格，可能 UE 已经远离了当前服务小区，候选小区不能马上满足切换条件，这时 UE 就不得不增大它的发射功率来维持与当前服务小区的联系。随着 UE 发射功率增大，对于相邻小区的干扰就必然增加，也就意味着小区容量的下降。

### 7.3.1.3 TD-SCDMA 系统切换的测量过程

为了进行 TD-SCDMA 系统的切换，终端需要进行 TD-SCDMA 系统的切换准备，执行必要的测量。这时终端除了监测本小区之外还要监测相邻小区的情况。

切换的测量可以分为周期性的测量和事件触发的测量。这两种形式的测量在系统实现中是通过一定的方式结合使用的。一般周期性的测量用来监测当前服务小区的质量，而事件触发性的测量主要是在需要进行 TD-SCDMA 系统切换的时候，监测相邻小区或者相邻系统的情况。

TD-SCDMA 系统切换的测量过程可以分为同频测量和异频测量。两种测量过程的实现方法不一样。同频测量可以在空闲时隙中进行，并且不需要转换射频的载波频率。而异频测量必须将射频的载波频率转换到目标小区的载波频率。两者的测量周期和格式也不同。系统间切换引起的测量都是异频测量。由于单载波 TD-SCDMA 系统采用相同的载波频率，而多载波 TD-SCDMA 系统采用多个载波频率，所以 TD-SCDMA 系统内的切换触发的测量，既可能是同频测量也可能异频测量。

### 7.3.2 接力切换原理

#### 7.3.2.1 概述

接力切换(Baton Handover)是 TD-SCDMA 移动通信系统的核心技术之一。其设计思想是利用智能天线和上行同步等技术，在对 UE 的距离和方位进行定位的基础上，根据 UE 方位和距离信息作为辅助信息来判断目前 UE 是否移动到了可进行切换的相邻基站的临近区域。如果 UE 进入切换区，则 RNC 通知该基站做好切换的准备，从而达到快速、可靠和高效切换的目的。这个过程就象是田径比赛中的接力赛跑传递接力棒一样，因而我们形象地称之为接力切换。接力切换通过与智能天线和上行同步等技术有机结合，巧妙地将软切换的高成功率和硬切换的高信道利用率综合起来，是一种具有较好系统性能优化的切换方法。

#### 7.3.2.2 接力切换的技术基础

实现接力切换的必要条件是：网络要准确获得 UE 的位置信息，包括 UE 的信号到达方向 DOA，和 UE 与基站之间的距离。在 TD-SCDMA 系统中，由于采用了智能天线和上行同步技术，因此，系统可以较为容易获得 UE 的位置信息。具体过程是：

(1) 利用智能天线和基带数字信号处理技术，可以使天线阵根据每个 UE 的 DOA 为其进行自适应的波束赋形。对每个 UE 来讲，好象始终都有一个高增益的天线在自动地跟踪它。基站根据智能天线的计算结果就能够确定 UE 的 DOA，从而获得 UE 的方向信息；

(2) 在 TD-SCDMA 系统中, 有一个专门用于上行同步的时隙 UpPTS。利用上行同步技术, 系统可以获得 UE 信号传输的时间偏移, 进而可以计算得到 UE 与基站之间的距离。

(3) 在 (1) 和 (2) 之后, 系统就可准确获得了 UE 的位置信息。

因此, 上行同步、智能天线和数字信号处理等先进技术, 是 TD-SCDMA 移动通信系统实现接力切换的关键技术基础。

### 7.3.2.3 接力切换过程描述

接力切换分三个过程, 即测量过程、判决过程和执行过程。

#### (1) 接力切换中的测量过程

在 UE 和基站通信过程中, UE 需要对本小区基站和相邻小区基站的导频信号强度进行测量。UE 的测量可以是周期性地, 也可以由事件触发进行测量, 还可以是由 RNC 指定所执行的测量。由于接力切换在与目标基站建立通信的同时要断开与原基站的连接, 因此, 接力切换的判决相对于软切换来说要求较严格。也就是说, 在满足正常通信质量的情况下, 要尽可能降低系统的切换率。因此, 基于这一考虑, 接力切换的测量与其它两种切换的测量应该有所不同, 如测量的范围和对象较少, 进行切换申请的目标小区的信号强度滞后较大等。

首先, 接力切换主要是根据当前小区能否满足移动台的通信要求。因此, 对当前小区的内部测量和质量测量特别重要, 而对邻小区的测量结果报告相对稍低一些。UE 测量报告的门限值设置基本上是以满足业务质量为基准, 并有一定的滞后。当当前服务小区的导频信号强度在一段时间  $T_1$  内持续低于某一个门限值  $T_{\_DROP}$  时, UE 向 RNC 发送由接收信号强度下降事件触发的测量报告, 从而可启动系统的接力切换测量过程。因为 TD-SCDMA 采用 TDD 方式, 上下行工作频率相同, 其环境参数可互为估计, 这是优于 FDD 的一大特点, 在接力切换测量中可以得到充分利用。如果 NodeB 的测量处于基准值, 则可发送报告请求切换, 这样可以防止 UE 的测量报告处理不当或延迟较大而造成掉话。

接力切换测量开始后, 当前服务小区不断地检测 UE 的位置信息, 并将它发送到 RNC。RNC 可以根据这些测量信息分析判断 UE 可能进入哪些相邻小区, 即确定哪些相邻小区最有可能成为 UE 切换的目标小区, 并作为切换候选小区。在确定了候选小区后, RNC 通知 UE 对它们进行监测和测量, 把测量结果报告给 RNC。RNC 根据确定的切换算法判断是否进行切换。如果判决应该进行切换, 则 RNC 可根据 UE 对候选小区的测量结果确定切换的目标小区, 然后系统向 UE 发送切换指令, 开始实行切换过程。

#### (2) 接力切换的判决过程

接力切换的判决过程是根据各种测量信息和并综合系统信息, 依据一定的准则和算法, 来判决 UE 是否应当切换和如何进行切换的。UE 或 Node B 测量报告触发一个测量报告到 RNC, 切换模块对测量结果进行处理。首先处理当前小区的测量结果, 如果其服务质量还足够好, 则判决不对其它监测小区的测量报告进行处理。如果服务质量介于业务需求门限和质量好门限之间, 则激活切换算法对所有的测量报告进行整体评估。如果评估结果表明, 监测小区中存在比当前服务小区信号更好的小区, 则判决进行切换; 如果当前小区的服务质量已低于业务需求门限, 则立即对监测小区进行评估, 选择最强的小区进行切换。一旦判决切换, 则 RNC 立即执行接纳控制算法, 判断目标基站是否可以接受该切换申请。如果允许接入, 则 RNC 通知目标小区对 UE 进行扫描, 确定信号最强的方向, 做好建立信道的准备并反馈给 RNC。RNC 还要通过原基站通知 UE 无线资源重配置的信息, 并通知 UE 向目标基站发 SYNC-UL, 取得上行同步的相关信息。之后, RNC 发信令给原基站拆除信道, 同时与目标小区建立通信。

#### (3) 接力切换中的执行过程

接力切换的执行过程，就是当系统收到 UE 发出的切换申请，并且通过算法模块的分析判决已经同意 UE 可以进行切换的时候（满足切换条件），执行将通信链路由当前服务小区切换到目标小区的过程。由于当前服务小区已经检测到了 UE 的位置信息，因此，当前服务小区可以将 UE 的位置信息及其它相关信息传送到 RNC。RNC 再将这些信息传送给目标小区，目标小区根据得到的信息对 UE 进行精确的定位和波束赋形。UE 在与当前服务小区保持业务信道连接的同时，网络通过当前服务小区的广播信道或前向接入信道通知 UE 目标小区的相关系统信息（同步信息、目标小区使用的扰码、传输时间和帧偏移等等），这样就可以使 UE 在接入目标小区时，能够缩短上行同步的过程（这也意味着切换所需要的执行时间较短）。当 UE 的切换准备就绪时，由 RNC 通过当前服务小区向 UE 发送切换命令。UE 在收到切换命令之后开始执行切换过程，即释放与原小区的链路连接。UE 根据已得到的目标小区的相应信息，接入目标小区，同时网络侧则释放原有链路。

#### 7.2.3.4 接力切换特点

接力切换是介于硬切换和软切换之间的一种新的切换方法。与软切换相比，两者都具有较高的切换成功率、较低的掉话率以及较小的上行干扰等优点。它们的不同之处在于接力切换并不需要同时有多个基站为一个移动台提供服务，因而克服了软切换需要占用的信道资源较多，信令复杂导致系统负荷加重，以及增加下行链路干扰等缺点。与硬切换相比，两者都具有较高的资源利用率，较为简单的算法，以及系统相对较轻的信令负荷等优点。不同之处在于接力切换断开原基站和与目标基站建立通信链路几乎是同时进行的，因而克服了传统硬切换掉话率较高、切换成功率较低的缺点。接力切换的突出优点是切换高成功率和信道高利用率。

从测量过程来看，传统的软切换和硬切换都是在不知道 UE 准确位置的情况下进行的，因此需要对所有邻小区进行测量，然后根据给定的切换算法和准则进行切换判决和目标小区的选择。而接力切换是在精确知道 UE 的位置下进行切换测量的。因此，一般情况下它没有必要对所有邻小区进行测量，而只需对与 UE 移动方向一致的靠近 UE 一侧少数几个小区进行测量。然后根据给定的切换算法和准则进行切换判决和目标小区的选择，就可以实现高质量的越区切换，UE 所需要的切换测量时间减少，测量工作量减少，切换时延也就相应的减少，所以切换掉话率随之下降。另外，由于需要监测的相邻小区数目减少，因而也相应地减少了 UE、NODEB 和 RNC 之间的信令交互，缩短了 UE 测量的时间，减轻了网络的负荷，进而使系统性能得到优化。

#### 7.3.3 TD-SCDMA 系统间切换

TD-SCDMA 系统间的切换是为了向用户提供无缝的通信服务。也是为了使 TD-SCDMA 的网络能够和已经建成的网络系统实现良好的兼容，从而最大程度地保护运营商的投资利益。

TD-SCDMA 系统间的切换过程均是硬切换过程。用户终端能否在各个不同的系统之间进行切换，主要取决于用户终端的测量能力以及系统网络是否支持这种类型的系统间切换。

终端需要在不同的系统之间进行切换，必须具备测量目标系统相应网络情况的能力。一般这样的用户终端均要求具有系统间测量的能力，而且能够读取目标系统的广播信息。在目前的情况下，这样的用户终端应该是双模或者多模的用户终端。当这种用户终端在当前系统指示下需要进行系统间切换时，利用空闲时隙进行相应的系统间测量并读取相应的广播信息。空闲时隙的安排应该考虑留有足够的时间以进行必要的测量，并且尽可能地降低系统间相互的干扰。

对于网络而言，系统需要知道相邻系统的频率、编号等基本信息。并且系统之间需要有互通的接口以及相对统一的信令结构。这样，当用户处于系统边缘或者负荷状况变化时，可以触发系统间切换。

为了保证第三代移动通信系统与第二代移动通信系统的平稳过渡，目前 3G 标准中 TD-SCDMA 系统已经具备向 GSM 系统切换的能力。

## 7.4 智能天线对 RRM 的影响

### 7.4.1 使用智能天线所带来的主要特点

在基于 CDMA 技术的移动通信系统中，采用智能天线技术可以提高系统容量、减少用户间干扰、扩大小区的覆盖范围、提高网络的安全性以及实施用户定位等。所以智能天线将在第三代和三代后移动通信系统中获得广泛的应用。采用智能天线技术后必将影响到网络的许多功能，如无线资源管理和移动性管理等。由于空间角度成为可利用的资源，所以在对系统资源进行分配和管理时，既要考虑最大限度地利用系统容量，又要协调好各种资源之间的相互关系，以便最大限度地降低用户之间的干扰，只有这样才能保证系统的整体性能达到最优状态。由于资源类型的增加，特别是空间角度资源的引入，系统的资源分配和管理算法比传统的移动通信系统要复杂得多，其难度也大。因此，智能天线对系统无线资源管理的影响是非常复杂的，有关这方面的课题将是未来移动通信技术领域研究的重点和热点。

### 7.4.2 智能天线对于 DCA 的影响

智能天线的引入可以极大的提升系统性能，但会对 DCA 的策略和方案带来较大影响。

在 TDD 系统中，如果不采用智能天线，对一个用户来说，同一时隙内除有用信号之外的其它信号功率都是影响其通信质量的干扰和噪声；采用了波束赋型之后，只有来自于主瓣和较大旁瓣方向的干扰才会对用户信号带来影响。智能天线的波束赋型有效地降低了用户间干扰，其实质是对不同用户的信号在空间上进行区分。如果 DCA 在进行信道分配时，能够尽量地把相同方向上的用户分散到不同时隙中，即使得在同一个时隙内的用户分布在不同的方向上，这样可以充分发挥智能天线的空分功效，使多址干扰降至最小。要达到这一目的，需要增加 DCA 对用户空间信息的获取和处理功能。

智能天线能够对信号的到达方向（Direction Of Arrival）进行估计，DCA 可以根据各时隙内用户的位置为新用户分配时隙，使用户波束内的多址干扰尽量的小。如图 7.2（1）、（2）中新用户（红色终端）在时隙 2 中波束无重叠，应优先分配。

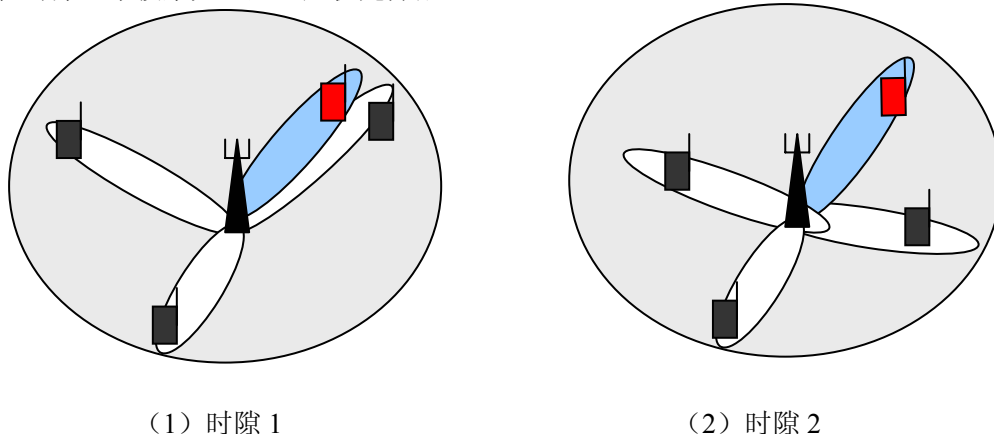


图 7.2 按照时隙干扰大小分配用户位置的原理示意图

为 DCA 算法增加分配空间资源的能力，首先要获得用户的位置信息，并根据用户所在位置进行定向波束的干扰测量。这样在 DCA 算法中依然可以按照新用户在不同时隙中所受干扰的大小来选择时隙，这里是指用户方向上干扰，而不是整个小区用户在该时隙产生的干扰。智能天线与联合检测结合的基带处理过程如下图所示：

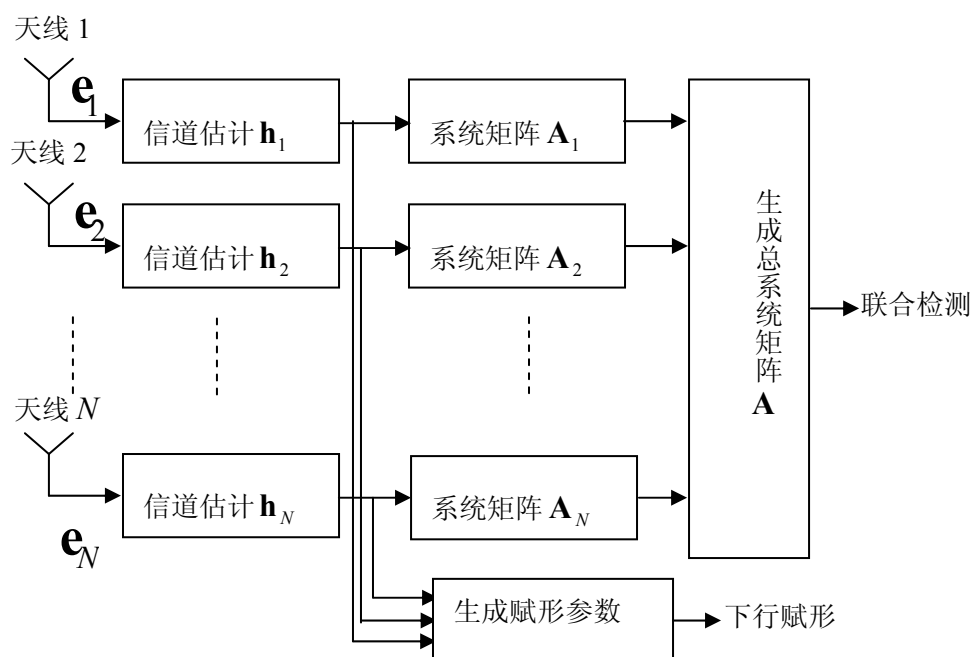


图 7.3 智能天线技术和联合检测技术结合的基带信号处理原理图

图中生成系统总矩阵  $A$  输出的数据是经过空域的均衡和滤波，可以从中计算波束内干扰大小，作为 DCA 中时隙分配的依据。干扰的计算方法还需要深入地研究，使其能够正确反映等效基带波束内干扰的大小。

智能天线的理想目标是实现空分复用（SDMA）。在波束赋型效果足够好的情况下，可以为不同方向上的用户分配相同的码道（载波、时隙、扩频码相同），将使系统容量成倍的增长。考虑到用户的移动性，用户间相对位置的改变有可能使得用户接入时的空分复用方案失效，即出现较大的同码道干扰。快速 DCA 中码道调整能够克服这一问题。当 DCA 获知用户的同码道干扰大于门限值，就触发信道调整，为同码道干扰严重的用户分配新的码道资源，以消除干扰。智能天线结合 DCA 是实现空分复用的有效途径。

### 7.4.3 智能天线对功率控制的影响

智能天线对功率控制的影响表现在以下几个方面：

1. 使功率控制的流程发生变化。无智能天线时，功率控制根据 SIR 测量值和目标值周期进行调

整。有智能天线时，首先将主波束对准要调整的用户，然后再进行相关的测量。

2. 对功率控制的要求降低了。在有智能天线的情况下，当主波束对准该用户时，由于天线增益较高，相对于没有智能天线时可以大大降低用户功率。如果波束赋形的速度跟上用户移动的速度，则对功率控制的速度要求也低。这也是 TD-SCDMA 系统对功率控制速度要求不高的原因。

3. 在有智能天线的情况下，功率控制的平衡点方程变得复杂。传统的功率控制建模方法已不再适用。这种情况下的功率控制算法建模与具体的智能天线算法相关。

#### 7.4.4 智能天线对分组调度的影响

分组调度算法的功能是在分组用户之间分配分组数据业务时，提高用户利用空中接口资源的能力。在传统的 CDMA 系统中，分组调度方式主要有码分和时分两种方式：

- 码分方式即大量用户同时占用有限的信道资源，因此对  $E_b/I_0$  要求高，传输速率低，传输时延长，但是空间接口的干扰水平比较稳定，对移动台的要求也比较低。
- 时分方式是在每个调度周期将空间接口的可利用资源只分给一个或少数几个用户，对  $E_b/I_0$  要求低。用户在很短的时间内以很高的速率进行传输，因此平均时延比码分方式小，但是随着用户数的增加，每个用户需要等待更长的时间才能传输。

实际上，分组调度是时分和码分方式的组合。智能天线引入之后，引入了波束资源，空中接口可利用资源的模型发生了变化，因而算法模型也要进行改变；并且，在分组调度的方式中增加了一维——空分；那么新的调度方式将包括时分与空分相结合方式、码分与空分相结合方式、时分--码分--空分三者相结合的混合方式。SA 技术的引入将使系统能够同时对更多的分组用户进行服务，减少时延；利用波束资源，通过空分降低用户间的多址干扰还能增加分组用户的传输速率。同时，利用智能天线对 UE 的定位功能，还可以根据位置信息优化用户的调度速率，从而更加有效地利用系统的资源。

#### 7.4.5 智能天线对切换控制的影响

由于智能天线相对于全方向性天线而言，在同样的发射功率下覆盖范围将增加，即信号传输距离比较远。因此，在网络规划和优化设计时，其基站的布局与未使用智能天线的移动通信系统有所不同。因此，使用智能天线技术，必然涉及到一些网络性能，如用户的移动性管理等。同时，用户的空间位置成为移动通信系统中一种新的可以利用的物理无线资源，其中包括频率、时隙、码道和空间角度四维元素。这就给切换过程中所要进行的接纳控制和资源预留带来了许多的灵活性。另外，智能天线可以为切换提供一些有用的位置参考信息，提高系统资源利用率，缩短切换时间，降低掉话率，减少信令交互、提高切换成功率等。当然，智能天线在给系统切换带来上述好处的同时，也增加了切换的复杂性和切换性能的不确定性及不稳定性。如在物理信道分配的过程中，当发生冲突需要进行信道调整和切换时，由于判决维数增加，使用的切换算法就要比只有三种资源的情况下复杂，移动用户的切换管理也要复杂得多。智能天线的采用也使切换算法中的一些准则之间的关系变得模糊和复杂，参数的测量随机因素更多，如移动用户的位置、智能天线的效果等等。小区的呼吸效应更加随机化，切换区域也就随机化。因此，为了使智能天线对移动通信系统中的切换产生更加积极的作用，还有许多课题需要更进一步的研究。

参考文献:

1. 3GPP Technical Specification 25.922, Radio Resource Management Strategies
2. 3GPP Technical Specification 25.2xx 系列规范
3. 3GPP Technical Specification 25.3xx 系列规范
4. 3GPP Technical Specification 25.1xx 系列规范



## 第八章 高速下行分组接入（HSDPA）

我们知道，TD-SCDMA 采用 TDD 的双工方式，可以动态地调整上下行时隙，较好地支持非对称业务。但是，由于无线数据业务的急剧增加，上下行业务量的非对称性会更加凸显出来。另外，系统本身必须更具有适合传输数据业务一些特性，如高数据量、高突发性、高可靠性等。对此，在第三代移动通信技术的发展过程中，3GPP Release 5 版本规范中引入了一个重要的增强技术——HSDPA（High Speed Downlink Packet Access）。本章我们将讨论 TD-SCDMA HSDPA 的技术实现。

HSDPA 是一些无线增强技术的集合，利用 HSDPA 技术可以在现有技术的基础上使下行数据峰值速率有很大的提高。HSDPA 技术同时适用于 WCDMA FDD、UTRA TDD 和 TD-SCDMA 三种不同模式。在不同系统中的实现方式是十分相似的。

从技术角度来看，HSDPA 主要是通过引入 HS-DSCH（高速下行共享信道）增强空中接口，并在 UTRAN 中增加相应的功能实体来完成的。从底层来看，主要是引入 AMC（自适应调制编码）和 HARQ（混合 ARQ）技术增加数据吞吐量。从整体构架上来看，主要是增强 Node B 的处理功能，在 Node B 中 MAC 层中引入一个新的 MAC-hs 实体，专门完成 HS-DSCH 的相关参数和 HARQ 协议等相关处理，在高层和接口加入相关操作信令。以下分别从各个方面进行详细论述。

### 8.1 物理层技术

#### 8.1.1 AMC

无线信道的一个很重要的特点就是具有很强的时变性，短时间瑞利衰落可以达到十几个甚至几十个 dB。对这种时变特性进行自适应跟踪会给系统性能的改善带来很大的好处。链路自适应技术可以有多种方法，如功率控制及 AMC 等。HSDPA 就是在原有系统固定调制和编码方案基础上，引入更多编码率和 16QAM 调制，使得系统能够通过改变编码方式和调制等级对链路变化进行自适应跟踪。

AMC 主要有两个优点：

- \* 处于有利位置的用户可以得到更高的数据速率，提高小区平均吞吐量；
- \* 链路自适应基于改变调制编码方案代替改变发射功率，以减小冲突；

具有 AMC 的系统底层结构示意图如下：

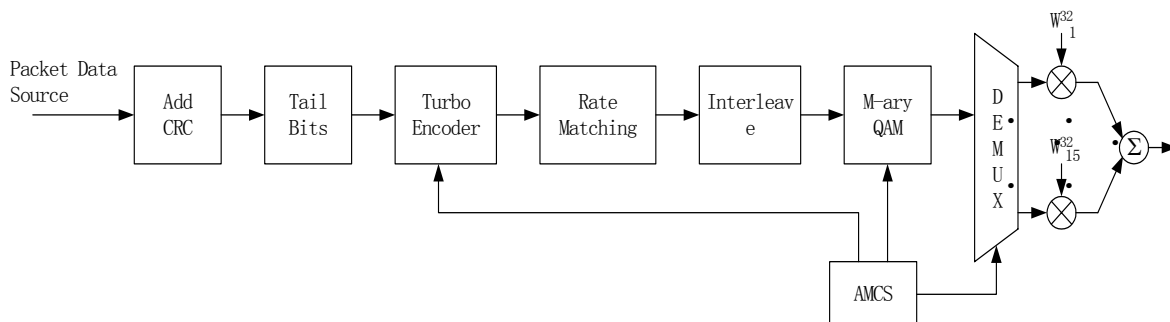


图 8.1 AMC 原理示意图

AMC 的引入和实现需要对原有系统进行很多补充，如在 UE 端进行信道测量、反馈信道质量指示、在 Node B 端的分组发送中改变编码调制。

关于这种自适应操作的简单过程可以描述如下：

- \* UE 接收下行控制信道（HS-SCCH）消息，指示下一个 HS-DSCH 传输的资源分配情况；
- \* UE 进行相应的信道测量，这个测量可以通过导频信道获得；
- \* 根据 HS-DSCH 资源分配情况和测量结果，UE 产生一个信道质量指示 CQI，并在相应上行控制信道（HS-SICH）报告给 Node B。这个 CQI 包括 UE 建议的传输块大小和调制格式；
- \* Node B 的高层根据 UE 的 CQI 报告，选择合适的传输格式；
- \* Node B 在下行控制信道上携带 UE 的控制信息，并在分配的 HS-DSCH TTI 上采用相应的传输格式发送给 UE。

### 8.1.2 HARQ

HARQ 指 Hybrid ARQ，即混合自动重发请求。

AMC 能够提供粗略的数据速率的选择，而 H-ARQ 基于信道条件可以提供精确的速率调节。

H-ARQ 有几种不同的方式分别称为：H-ARQ type I、H-ARQ type II 和 H-ARQ type III。

1) RLC ARQ 模式就属于 HARQ type I。是在基本的 HARQ Type I 中加有 CRC，采用 FEC 编码。在接收端对 FEC 编码进行解码，并对包的质量进行校验(CRC 校验)。如果发现有错误则要求包重传，并将错误的包丢弃。重传采用与第一次传输相同的编码。

2) H-ARQ Type II 也被称作增量冗余方案，重传的数据块不能丢弃不用，而是要连同一些由发射端提供的用于解码的冗余信息。对于 H-ARQ Type II 来说，为了纠错，重传携带了附加的冗余信息。附加的冗余与先前接收到的包合并在一起，得到的码字具有更高的编码增益。每一次重传的冗余量是不同的，而且重传通常只能在与先前传的数据合并后才能被解码。

3) 同 HARQ Type II 一样，HARQ Type III 也属于一种增量冗余编码方案。与 type-II 不同的是，type-III 每次的重发信息具有自解码能力(self decodable)。Type-III 还分为单一冗余方案和多冗余方案。其中单一冗余方案由于 Dr. Chase 最早论述了 ARQ 技术，也称作 Chase combining。

在 HSDPA 中 HARQ 使用的是 Type II 和 Type III 方式，它们的原理可以由下图说明。

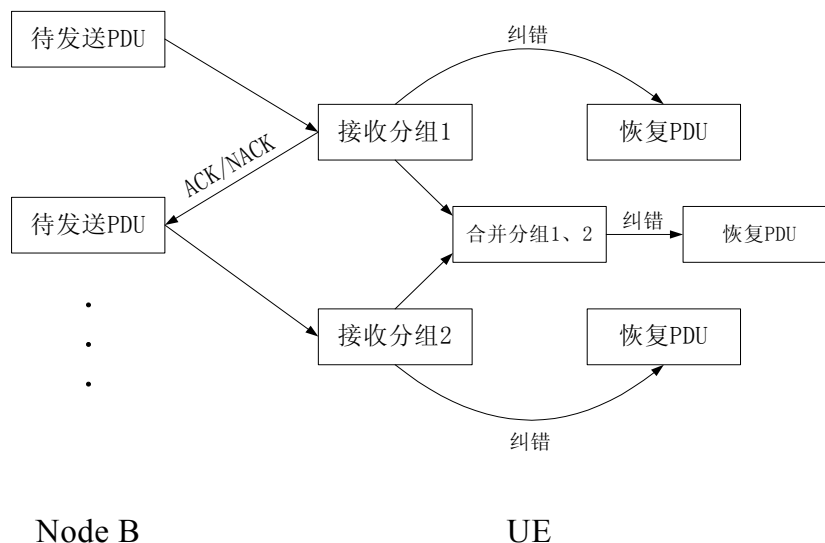


图 8.2 HARQ Type II & III 原理示意图

HARQ 有两种主要的机制: Selective repeat(SR)和 stop-and-wait(SAW)。在 HSDPA 中采用 SAW。Stop-and-Wait 中, 发端发送数据后等待, 编码正确的确认信息长为一个比特, 同时序列号长为一个比特也足够了。这种操作模式会导致信道的非有效利用, 因为在发端等待响应的这个时间段内是没有任何信息块传送。为了避免这种不利之处就采用了双重信道 (Dual channel) HARQ, 该方案采用并行等停协议, 即在并行信道上运行两套不同的 ARQ 协议。

现在, 我们先简单分析一下为什么要采用这种重传机制。

如前所述, 对 HSDPA 最主要的应用是高速实时数据业务, 所以要求具有较低延时 (可以略高于语音业务) 和低的误码率。TCP 是广泛采用并能很好解决可靠传输的协议, 但 TCP 协议的设计主要基于有线网络, 无线信道的条件远差于有线信道, 这就需要有其他协议来补充 TCP 的不足。最好的方法就是在 TCP 定时到达之前恢复错误, 也就是说在 TCP 的下层采用适当的方法保证一定的可靠度。RLC 层的 ARQ 就能起到类似作用, RLC 帧小于 TCP 分段, 这样能在 TCP 之前更有效地保证可靠度。这也是我们为什么要采用重传机制的理由。

但是 HSDPA 的重传机制设计于 MAC 层。这主要有两个原因: 第一, 减小时延。RLC 的 RTT (Round trip time) 时延大约是 80-100ms, 如果移动台的衰落比较严重, 信道条件比较恶劣的时候, 这个时间还是太大了。而 MAC 层的时延要远小于 RLC 层, 且避免了 Iub 接口的时延。这样, 重传机制在 MAC 层就可以进行快速的反馈。另外, 可以保证在任何时刻 UE 只接收一个 Node B 的数据, 当移动台发生切换时, 只需简单地和新建立连接的 Node B 执行 HARQ 机制。

HARQ 技术的实现需要 UE 和 Node B 两端的物理层和 MAC 层紧密结合。具体实现机制和过程将在层二部分介绍。

### 8.1.3 信道结构

上面已经简单提到 HSDPA 采用的信道。这里详细介绍每个信道的结构。HSDPA 的高速业务承载主要靠高速下行共享信道 (HS-DSCH), 这是一个 HSDPA 专用信道。另外在上行和下行分别各有一个共享控制信道, 即上行的 HS-DSCH 共享信息信道 (HS-SICH) 和下行的共享控制信道 (HS-SCCH)。

#### 1) HS-DSCH 信道

HSDPA 的很多底层操作都体现在 HS-DSCH 上, 因为所有的业务数据都由这个信道承载。HS-DSCH 是一个共享的高速下行数据信道, 对不同的 UE 可以通过时分复用和码分复用来共享 HS-DSCH 信道。对一个 UE 可以进行多码传输, 这取决于 UE 的能力。

HS-DSCH 是一个传输信道, 它映射到物理信道称之为 HS-PDSCH。HS-PDSCH 的扩频因子 SF 可以采用 16 或者 1。

由于 AMC 和 HARQ 等技术的引入, HS-DSCH 信道与原有信道在很多方面有很大的不同, 其编码过程是单独设计的。具体过程由下图所示:

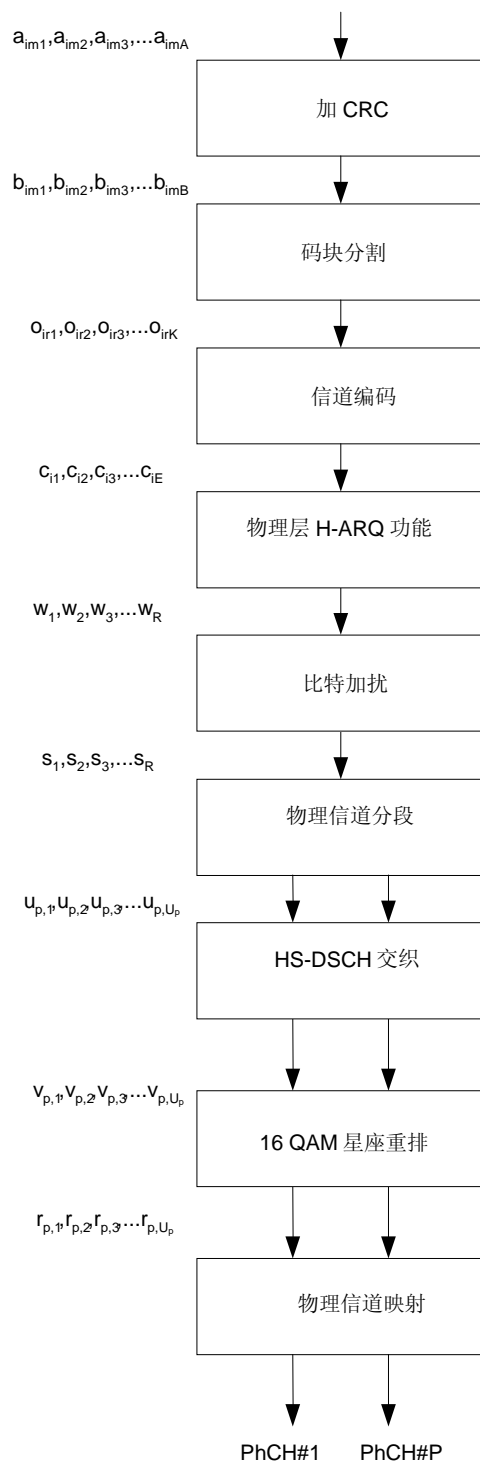


图 8.3 HS-DSCH 编码过程

熟悉一般信道编码过程的读者可以从图中看出，HS-DSCH 信道的编码过程主要多了 Hybrid-ARQ 功能和 16QAM 星座重排两步。这也体现了 HSDPA 底层最主要的技术。另外，由于 16QAM 调制的存在，HS-DSCH 的交织也和其他信道不同。

简单地说，Hybrid-ARQ 的主要功能是完成 HARQ 在物理层的相关操作。根据 HARQ 类型增量冗余等因素，这个过程通过两步速率匹配来完成。由于采用 16QAM 调制，星座上不同位置的可靠度不相同，对星座进行重排会达到更好的性能。所谓重排就是通过交换不同比特位置上的信息来实

现，重排方案通过 HS-SCCH 指示。而对于 QPSK 调制，这一步将是透明的。

## 2) HS-SCCH

HS-DSCH 共享控制信道 (HS-SCCH) 是 HSDPA 专用的下行控制信道，是一个物理信道，它用于承载所有相关底层控制信息。也就是说，终端接收 HS-DSCH 信道的数据必须要在 HS-SCCH 控制信息的配合下才能完成。HS-SCCH 被所有 HSDPA 数据的 UE 所共享，但对单个 HS-DSCH TTI，每个 HS-SCCH 只为一个 UE 承载 HS-DSCH 相关的下行信令。

HS-SCCH 信道上的控制信息主要包括 UE-ID、TFRI、HARQ 等相关信息。

\* UE-ID 用于标识当前控制信息的所属 UE。当 UE 收到高层信息需要接收 HS-DSCH 数据后，UE 开始连续监视 HS-SCCH 信道，最多需要监视 4 个 HS-SCCH 数据，寻找属于自己的控制信息。当 UE 获得此控制信息后，才能接收 HS-PDSCH 的数据。

\* TFRI 主要包括码和时隙分配信息、调制方案信息和传输块大小。分别用于指示给 UE 当前 HS-PDSCH 所用的码字和所处的时隙位置，标识 HS-PDSCH 下一个 TTI 数据的调制方案是 QPSK 还是 16QAM 和传输块的大小。码分配信息表明 HS-PDSCH 使用的信道化码，为了简单，要求可用的信道化码是连续分配的，这样可定义为介于一个起始码和一个结束码中间。也就是说，可以用 4 个比特分别表示起始位置和终止位置。能够分配给 HS-PDSCH 的时隙是 TS2 到 TS6，最多 5 个时隙，这样可以用 5 个比特表示 TS2 到 TS6 时隙的占用情况。

\* HARQ 相关信息包括 HARQ 过程信息、冗余版本信息和新数据指示。其中冗余版本信息可以指示数据分组的 HARQ 类型，如是否采用增量冗余、分组是否具有自解码能力等。这里，对 16 QAM 调制方案还包括星座信息、指示星座重排的方案。新数据指示可以指示此数据是新数据还是重发数据。

## 3) HS-SICH

HS-DSCH 共享信息信道 (HS-SICH) 是 HSDPA 专用的上行控制信道，也是一个物理信道，它用于反馈相关的上行信息。主要包括 ACK/NACK 和信道质量指示 (CQI)。CQI 包括推荐调制格式 (RMF) 和推荐传输块大小 (RTBS)。

ACK/NACK 是用于支持 HARQ 的反馈信息。信息比特为 1 比特。从仿真可以得知，ACK/NACK 比特位的重要性非常高，如果发生错误将对系统影响很大。这样，ACK/NACK 需要有可靠度很高的编码来保证其性能。采用的方案是大量重复的方法。

CQI 是另一个非常重要的反馈信息，用于指示当前信道质量。信道估计在 UE 端完成，可以通过测量 P-CCPCH 的 RSCP/ISCP 来进行信道估计。根据估计结果，UE 按照已知的 HS-PDSCH 资源分配状态选取合适的 CQI 进行反馈。CQI 同样需要很高的可靠度，因为 Node B 根据 CQI 决定下一次发送的传输格式。CQI 的编码可以分别为 RTBS 和 RMF。RTBS 采用类似 TFCI 的 R-M 编码，RMF 可以采用简单的重复编码来完成。

一般来说，HS-SICH 映射到 TS1，并采用 16 的扩频因子。

HS-SICH 也需要保持上行同步。HS-SICH 初始定时来自于上行 DPCH，同步的维持根据 HS-SCCH 上的 SS 命令，步长来自于高层。但由于 UE 会有接收不到 HS-SCCH 传输的时候，此时 SS 命令的接收来自于伴随的下行 DPCH，直到 UE 接收到 HS-SCCH 传输。

#### 4) HSDPA 中的信令参数

##### \* 下行信令参数

Table 1 中列出了下行方向 HSDPA 所需使用的必要的信令参数，主要用来控制 HSDPA 在下行数据传输过程的运行。这些信令参数分为在 HS-SCCH 上传输的带外信令，和在 HS-PDSCH 上传输的带内信令。

**Table 1: Downlink Signalling Parameters**

Parameter	Location	Length in bits (1.28 Mcps TDD)
<b>HARQ Parameters</b>		
Process Identity	HS-SCCH	3
New Data Indicator	HS-SCCH	[1]
Redundancy Version	HS-SCCH	[2]
Priority Class Indicator	HS-PDSCH	3
TSN	HS-PDSCH	6
Padding Block Indicator and TB count	HS-PDSCH	
<b>Transport Format and Resource Indication Parameters</b>		
Resource Allocation	HS-SCCH	13
Modulation	HS-SCCH	1
Transport Block Set Size	HS-SCCH	6
<b>Other Parameters</b>		
Measurement Feedback Rate	Upper Layer signalling on set-up	none
Power Offset	Upper Layer signalling on set-up	none
BLER <sub>threshold</sub>	Upper Layer signalling on set-up	

##### \* 上行信令参数

Table 2 列出来自 HSDPA 上行方向所必须的信令参数，用来向 UTRAN 提供接收数据的确认信息，并同时反馈信道信息。这些信令参数在上行的 HS-SICH 上传输。

**Table 2: Uplink Signalling Parameters**

Parameter	Channel Location	Length in bits (1.28 Mcps TDD)
Status Indicator (ACK/NACK)	HS-SICH	1
Channel Quality Indicator	HS-SICH	7

## 8.2 MAC 层技术

与 Release 4 版本 TD-SCDMA 系统相比较，对高层的修改主要在 Node B 和 MAC 层，而 RLC 和 PDCP 不做任何改动。

如前面所述，HSDPA 主要是通过修改空中接口来增强系统性能，并考虑快速的操作和调度。所以，主要操作都在 UE 和 Node B 的物理层和 MAC 层完成。

### 8.2.1 HSDPA MAC 结构

现在让我们来看一下 MAC 层都增加了那些操作，并完成哪些功能。

无论是在 UE 侧还是在 Node B 侧，主要是增加了 MAC-hs 实体，这是一个很重要的实体，相关 HS-DSCH 的 MAC 层操作都在这里完成。除了必要的流控和优先级处理外，最初要完成 HARQ 协议的相关操作包括调度、重传、重排等。

#### 1) UE 侧

UE 侧 MAC-hs 实体结构如下图：

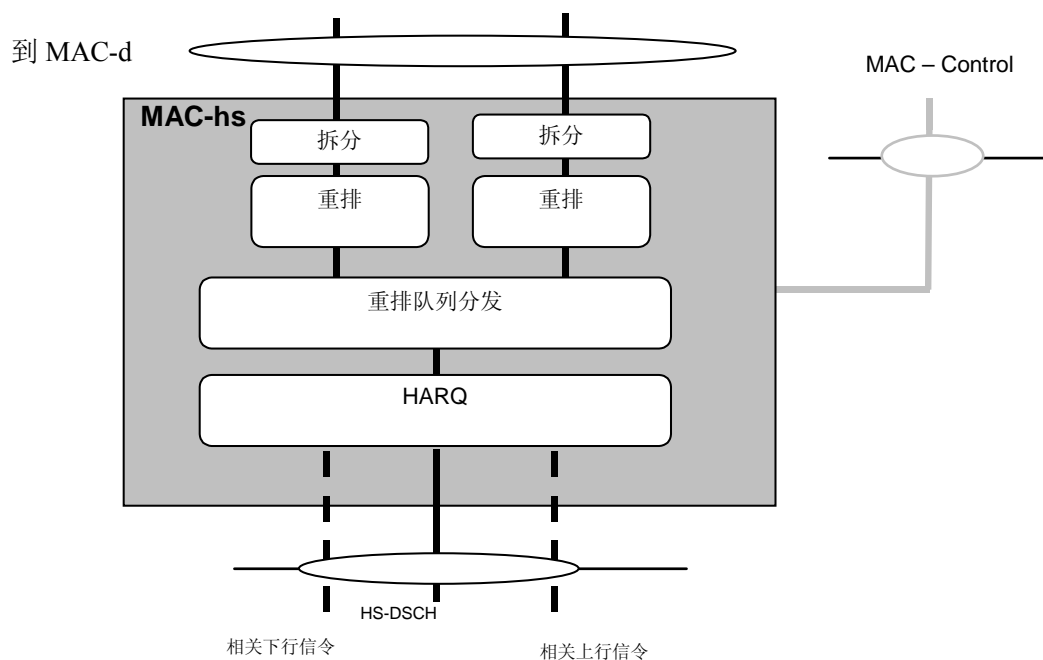


图 8.4 UE 侧 MAC-hs 结构图

UE 侧 MAC-hs 主要包括 HARQ 实体和重排实体。

\* HARQ 实体负责处理 HARQ 协议。在每个 TTI 中，各个 HS-DSCH 应该有一个 HARQ 进程。HARQ 功能实体处理和 HARQ 相关的所有任务，例如负责处理 ACK 或 NACK。HARQ 的详细配置信息是 RRC 通过 MAC-Control SAP 进行的。

\* 重排实体根据接收的 TSN 对数据块进行排序，并将顺序的数据块依次递交给高层。但是使用定时器可以将不是连续的数据递交给高层。在 UE 侧，对于每个优先级和传输信道都有一个重排序实体。

#### 2) UTRAN 侧

UTRAN 侧 MAC-hs 实体结构如下图：

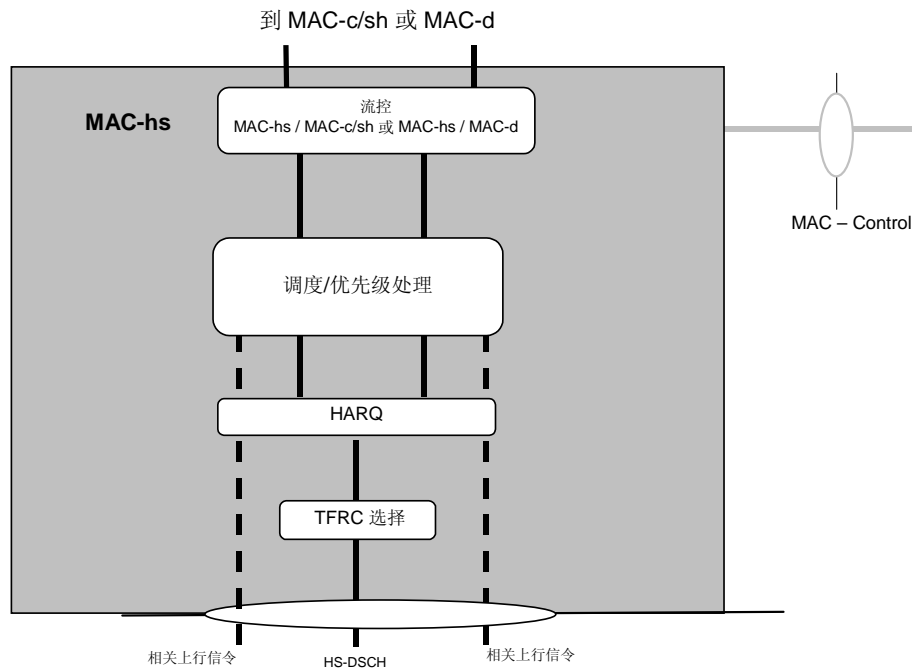


图 8.5 UTRAN 侧 MAC-hs 实体

MAC-hs 负责处理 HS-DSCH 的数据传输，和管理 HSDPA 的物理资源的分配。MAC-hs 通过 MAC-Control SAP 从 RRC 层得到配置参数。在 MAC-hs 中，应该对每个 MAC-d PDU 进行优先级处理。MAC-hs 包含以下四个不同的功能实体：

- \* 流控

在配置 A 这种情况下，MAC-hs 中的流控是和 MAC-c/sh 的流控功能实体伴随在一起的功能实体。对应于配置 B，就是 MAC-c/sh。在配置 A，MAC-c/sh 和 MAC-hs 这两个功能实体一起提供数据流的控制；而在配置 B 时，MAC-d 和 MAC-hs 这两个功能实体一起提供数据流的控制。它们都是对空中接口传输能力执行动态检测后进行的。流控功能的主要目的是为了限制二层的时延，减小数据丢失和由于 HS-DSCH 重传而引起的拥塞。流控是根据每个 HS-DSCH 的优先级独立进行的。

- \* 调度/优先级处理

这个功能体根据 HARQ 实体和数据流的优先级来管理 HS-DSCH 的资源。根据相关的上行信令信道的状态，报告决定是传新数据还是重传。此外还为要传的新数据设置优先级识别和 TSN。为了保持适当的传输优先级，在任何时候 HARQ 进程都可以发起一个新的传输。在 HS-DSCH 中，TSN 对于每个优先级来讲都是唯一的，并且每个新的数据块都是递增的。如果在 HARQ 层发起重传，那么在同一个 TTI 内就不允许安排一个新的传输，其中也包括由所 RLC 层发起的重传。

- \* HARQ

一个 HARQ 实体处理一个用户的 HARQ 功能。一个 HARQ 实体能支持多实例（多进程）的 SAW HARQ 协议，每个 HS-DSCH TTI 只能有一个 HARQ 进程。

- \* TFC 选择

选择一个数据在 HS-DSCH 上传输的适当的 TFC。

## 8.2.2 HARQ 协议

前面已经简单介绍了 HARQ 技术，这里要从协议级介绍 HARQ 的实现方法。

出于对信道效率和调度灵活性的考虑，HARQ 协议采用基于下行异步和上行同步的 N 信道停等方



案。

UTRAN 侧主要完成调度、优先级处理、重传和设置传输序列号 (TSN) 等; UE 侧主要完成数据接收、合并和重排以顺序递交等。

在UTRAN侧与HARQ协议有关的有HARQ调度实体和HARQ实体。

UTRAN侧调度处理具有以下属性的数据队列: 依据Iub的帧协议内容而具有不同优先级, 每个优先级的数据队列都配有从RNC下来的时延属性参数, 从Node B上报的可获得数据速率信息。该调度依据以上参数决定新数据块和重传数据块的发送顺序。

UTRAN 侧的HARQ实体功能是设置队列优先级, 设置传输数据块的编号设置, 以及HARQ 进程标识。

UTRAN 侧的HARQ进程功能是新数据块指示设置和处理ACK/NACK。

UE侧与HARQ协议有关的是HARQ 实体、HARQ进程和重排序Reordering 实体。

UE侧的HARQ实体处理HARQ进程, 将接收到的数据块根据HARQ进程标识分配到不同的HARQ进程中。每个UE中只有一个HARQ实体。

UE 侧的 HARQ 进程对新数据块指示、数据块错误检测、状态报告和队列的优先级标识进行处理。根据是否有新数据块指示来判断接收到的数据块是否是新数据块。如果是, 则内存中的等待合并信息可以丢弃。在错误检测中, 如果数据块有错则产生 NACK, 并保留在内存中等待下一次的 CC 或者 IR; 如果没有错误则数据块上报并产生 ACK。数据块的错误检测是根据数据块中包含的 CRC 校验来完成的。根据设置 HARQ 进程可产生传输状态报告。根据优先级标识, HARQ 进程对队列进行处理。

在设计 HARQ 协议时, 有两个重要的问题必须妥善处理:, 一个是接收端顺序递交的问题, 一个是出错的处理。它们直接影响着协议的性能。

关于顺序递交的问题。因为存在重传机制, 对接收端来说, 接收到的数据与发送的顺序在很多情况下是不一致的。而我们知道分层协议的一个基本原则就是下层要对上层的数据负责。这样在接收端的 MAC 层必须在将数据递交给高一层的 RLC 层前对数据进行重排, 以保证对 RLC 层的数据是一致的。这个过程主要是通过加入传输序列号 (TSN) 来完成的。TSN 由 Node B 的 MAC-hs 中的 HARQ 实体确定, Node B 的每个 HARQ 实体对应一个 UE, 它为同一个 HS-DSCH 和优先级的新数据块依次加入 TSN。TSN 的初始值是 0。在接收端的 UE MAC-hs 实体中, 重排实体根据数据块的编号, 对每个优先级的队列内的数据块进行排序并上报。为了防止阻塞等情况发生, 重排序实体可依据基于时间和窗口的机制对不连续的序列进行处理。

另外, 对于出错的处理问题, 由于无线信道的传输特性并不十分可靠, 数据分组会出错, HARQ 协议本身也会出错, 如 ACK/NACK 误判等。虽然已经利用编码等方法尽量降低系统出错率, 但并不能完全避免, ACK/NACK 的误判率依然会有  $10^{-4}$  的量级。当 NACK 被误判为 ACK 时, 发送方的 HARQ 协议不会再重传, 网络将丢弃数据块, 可靠度留给 RLC 处理, 即在 RLC 层进行重传。当 ACK 被误判为 NACK 时, 系统可根据数据块的编号来判断, 不需要额外处理。如果因为其它问题而导致 HS-SCCH 的被误解码, 或者状态报告丢失, 系统可以按照 NACK 的情况处理, 重新传输数据块。

### 8.3 其他影响

HSDPA 还需要相应的高层信令流程支持, 主要体现在 RRC 的控制方面。RRC 需要完成相应 HSDPA 的高层控制操作。

另外在 Iub 接口也需要相应的支持。由于 HSDPA 在原有系统 Node B 的结构中加入一个新的

MAC 功能实体 MAC-hs。MAC-hs SDUs 从 MAC-d 经由 MAC-c/sh 通过 Iub 接口传递到 MAC-hs 中。需要 HS-DSCH 帧协议负责处理从 SRNC 到 CRNC，和从 CRNC 到 Node B 的数据传输。由于这些不是本节的主要内容，这里就不详细介绍了，感兴趣的读者可以参考相关 TD-SCDMA 协议。

由于 HSDPA 的操作要求执行较快速的调度，HARQ 也需要有较大的缓冲和合并算法。这样对基站和终端的硬件设计都提出了更高的要求。

参考文献:

- 1, 3GPP Technical Report, 25.848, Physical Layer Aspects of UTRA High Speed Downlink Packet Access
- 2, 3GPP Technical Report 25.950, UTRA high speed downlink packet access
- 3, 3GPP Technical Report 25.856, High Speed Downlink Packet Access (HSDPA); Layer 2 and 3 aspects
- 4, 3GPP Technical Report 25.858, Physical layer aspects of UTRA High Speed Downlink Packet Access

## 第九章 3G 核心网络及 TD-SCDMA 灵活的组网方式

3GPP 协议的发展是以 GSM MAP 为基础的,到现在相继经历的版本有: phase 1、phase2、release 99、release 4、release 5。其中 phase 1 和 phase 2 是 GSM 协议,是在 3GPP 成立之前形成的协议,目前在 3GPP 中有专门的工作组来维护和升级此版本。从标准的角度来看, R '99 及以后的版本, UE 和 UTRAN 是由全新的协议构成的,而核心网(CN)则沿用了 GSM/GPRS 的定义,这样可以实现网络的平滑过渡,也有利于迅速而便捷地引入新的无线技术。由于要满足用户在多种无线运营环境(微微小区,微小区,宏小区和全球范围)下进行通信的要求,所以核心网相应需要支持不同的无线接入技术,如 GSM、CDMA、DECT、PCS、MSS 和 IMT-2000 RTT 等。另一方面,第三代移动通信系统可提供多媒体业务,应支持用户从移动网络到固定网络的接入,如 ISDN、B-ISDN、Internet 和 LAN 等,享受与固定网络用户一样的服务业务。因此,第三代移动通信系统的核心网络必需同时具备电路交换和分组交换的功能。

### 9.1 3G 网络的演进

下面将简单介绍分析一下整个网络结构在 3GPP 中的演进过程及趋势。从现行的 Release 4 网络结构向全 IP 演进的过程中,有两种可供选择的主流网络结构:选择 1(Option1)和选择 2 (Option2)。

- \* Option1: 使得运营者可以从现有的网络结构直接过渡到全 IP 的网络结构,提供三代的无线移动业务;这种考虑主要是基于分组技术和可以同时提供实时/非实时业务的 IP 电话技术。
- \* Option2: 除了考虑支持 Option1 中基于 IP 的业务之外,另一个主要的目的是考虑对前面版本中 CS 终端的支持。

在对 Option1 和 Option2 进行说明之前,有必要对 R '4 网络结构中的 MSC 的功能演进做简单说明:为了使网络元素对将来业务的需求具有更高的适应性,控制平面和用户平面的分离逐步成为理想的解决办法。在后续的演进中, MSC 也使用了同样的方法,功能划分为: MSC sever 和 CS-MGW (Circuit Switched - Media Gateway)。从图 9.1 中,我们能清楚地看到这一点。

下面以 Option2 的结构来分析二者的结构特点。

MSC sever: 完成 MSC 的呼叫控制和移动性管理功能; VLR 位于 sever 中,控制用户定制业务和涉及 CAMLE 的数据。

CS-MGW: 控制用户数据。

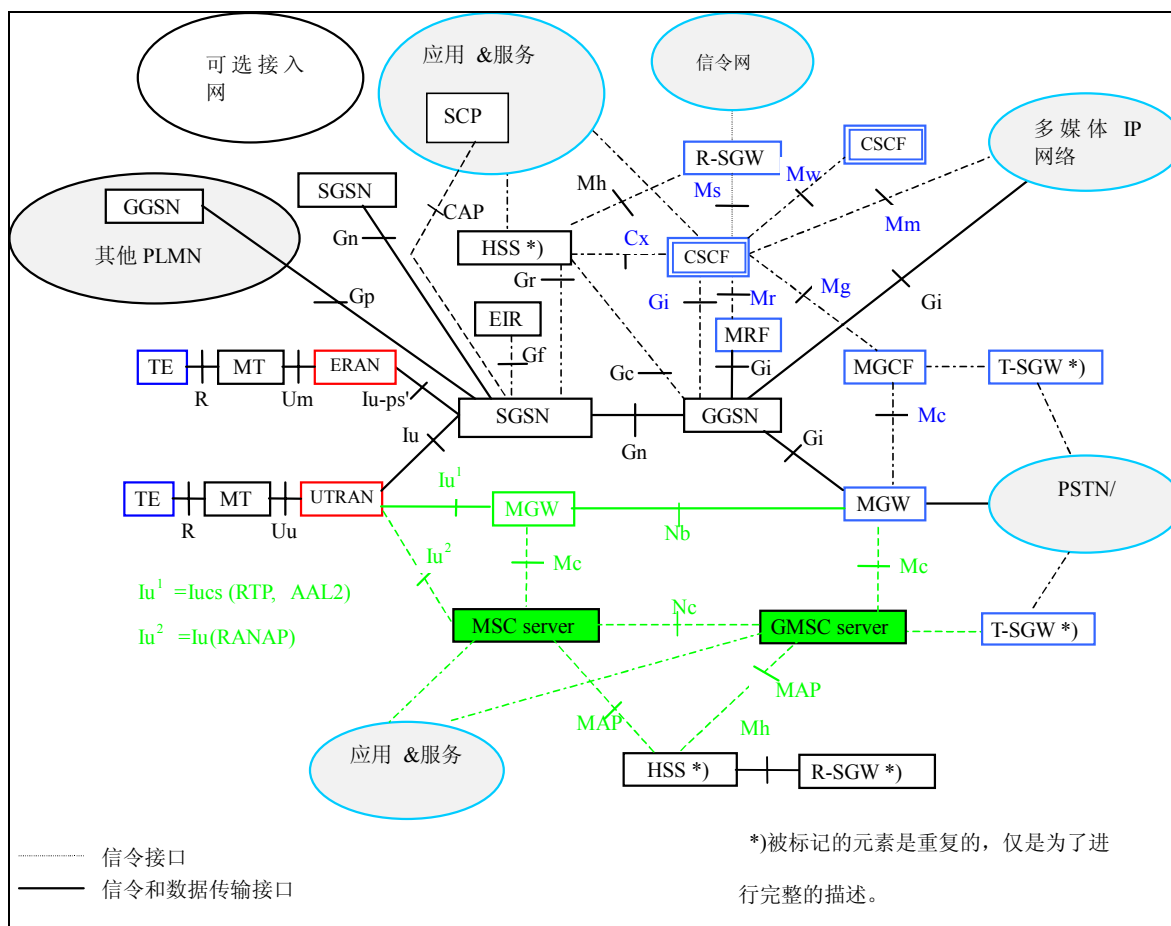


图 9.1 3G 参考网络结构

在 Option1 和 Option2 的结构图中,主要的区别就是 Option1 中不包含完成 CS 业务的 MSC sever 和 CS-MGW。这是考虑在未来业务中, 数据业务将会迅速发展, 而随着分组技术和 IP 传输的不断完善, 会使得实时业务, 如语音等业务的 QoS 得到很好的保证。Option2 主要从网络发展的兼容性方面考虑, 使得在向全 IP 演进更加平滑, 前续版本的 CS 终端能得到很好的支持。

从现有的结构及运营者渐进式升级网络的情况来看, Option2 将会成为首选。在此基础上, 随着分组技术及 IP 传输的发展, MSC sever 和 CS-MGW 会逐步弱化, 相应的实体将慢慢从网络结构中淡出。

## 9. 2 3G 核心网的主要功能实体和接口

核心网 (CN) 逻辑上分为 CS 域 (电路交换域)、PS 域 (分组交换域) 和 IM 子系统 (IP 多媒体核心网子系统), 包含了支持网络特性和电信业务的物理实体, 提供用户位置信息的管理、网络特性和业务的控制、信令和用户产生的信息的传送机制, 负责建立移动台和相关固定电话网络之间, 以及移动台和移动台之间的通信。

从图 9.1 中可以看到 TD-SCDMA 系统核心网部分的功能单元。TD-SCDMA 核心网可以将用户接入到各种外部网络以及业务平台, 如: 电路交换语音网、包交换语音网 (IP 语音网)、数据网、Internet、Intranet、电子商务、短信中心等。下面简要介绍核心网的功能实体和接口。

## 9. 2, 1 主要功能实体

### 9. 2. 1. 1 PS 和 CS 域的公共实体

PS 和 CS 域的公共实体主要包括以下几个部分：

#### 归属用户服务器（HSS）

HSS 是指定用户的主数据库，包含支持网络实体呼叫/会议处理的相关签约信息。HSS 包括 HLR（归属位置寄存器）和 AuC（鉴权中心）。HLR 是负责管理移动用户的数据库，用于存储管理归属移动用户信息，包括用户的签约信息、用于计费 and 路由呼叫或消息所需的位置信息等；AuC 负责存储移动用户用于鉴权和在空中接口加密所需的数据，防止非法用户接入系统，并保证通过无线接口进行通行的用户数据的安全。

#### 访问位置寄存器（VLR）

负责用户的位置登记和位置信息的更新，存储位于管辖区内的移动用户信息。该数据库含有一些用户的临时信息（保留在其服务区内用户的数据），如手机鉴别、当前所处的小区（或小区组）等信息。

#### 设备标识寄存器（EIR）

是负责存储国际移动设备标识（IMEI）的数据库，用于对移动设备的鉴别和监视，并拒绝非移动台入网。

#### 短信服务网关 MSC（SMS-GMSC）

作为短消息业务中心和 PLMN 之间的接口，使得短消息能够从业务中心（SC）传送到移动台（MS）。

#### 短信服务互连 MSC（SMS-IWMSC）

作为 PLMN 和短消息业务中心之间的接口，使得短消息能够从移动台（MS）传送到业务中心（SC）。

### 9. 2. 1. 2 CS 域的实体

CS 域的实体包括移动业务交换中心（MSC）和网关 MSC（GMSC），其主要功能介绍如下：

#### 移动业务交换中心（MSC）

MSC 是 CS 域的核心，执行所有必需的功能来处理移动台之间的电路交换业务，是一个对位于本 MSC 控制区域内的移动用户执行信令和交换功能的交换机。

MSC 由两个实体，即 MSC Server 和 CS-MGW 来完成其所有功能：

MSC Server 用于处理信令，主要由 MSC 的呼叫控制和移动性控制两部分组成，负责 CS 域的呼叫控制，并完成将用户—网络信令转换成相关的网络—网络信令。MSC Server 包含一个 VLR，保存移动用户的业务数据和 CAMEL 相关数据。

CS-MGW 用来处理用户数据，可以终止电路交换网的承载信道和分组交换网的媒体流。通过 Iu 接口，CS-MGW 可以支持媒体转换，承载控制和有效负荷的处理，能提供必需的资源来支持 UMTS/GSM 的传输媒体。

### 网关 MSC (GMSC)

GMSC 负责移动网至固定网，以及固定网呼叫的转接，执行到 MS 实际位置的路由功能。当网络传递一个呼叫到 PLMN，但无法查询 HLR 时，该呼叫将被路由到 GMSC，由 GMSC 查询 HLR，并将呼叫路由到 MS 所处的 MSC。

GMSC 可以由处理信令的 GMSC Server 和处理用户数据的 CS-MGW 完成其所有功能。GMSC Server 主要由 GMSC 的呼叫控制和移动性控制两部分组成，CS-MGW 的功能如上所述。

### 9. 2. 1. 3 PS 域的实体

PS 域的实体主要包括以下两部分：

#### 服务 GPRS 支持节点 (SGSN)

SGSN 主要完成分组的路由寻址和转发，负责跟踪记录移动台的位置信息，执行安全性功能。

具有网络接入控制、用户数据管理，以及计费、网络管理等功能。SGSN 在网络中的地位类似于 CS 域的 MSC/VLR。

#### 网关 GPRS 支持节点 (GGSN)

GGSN 起网关的作用，主要完成移动性管理、网络接入控制、路由选择和转发、计费数据的收集和传送，以及网络管理等功能。可以和多种不同的分组网相连，实现与外部分组交换网的互连功能，完成不同网络之间数据格式、信令协议和地址信息的转换，以确保不同网络之间能够通信。

### 9. 2. 1. 4 IP 多媒体核心网子系统的实体

IP 多媒体核心网子系统的实体配置如图 9.2。下面简要介绍该子系统的各实体功能：

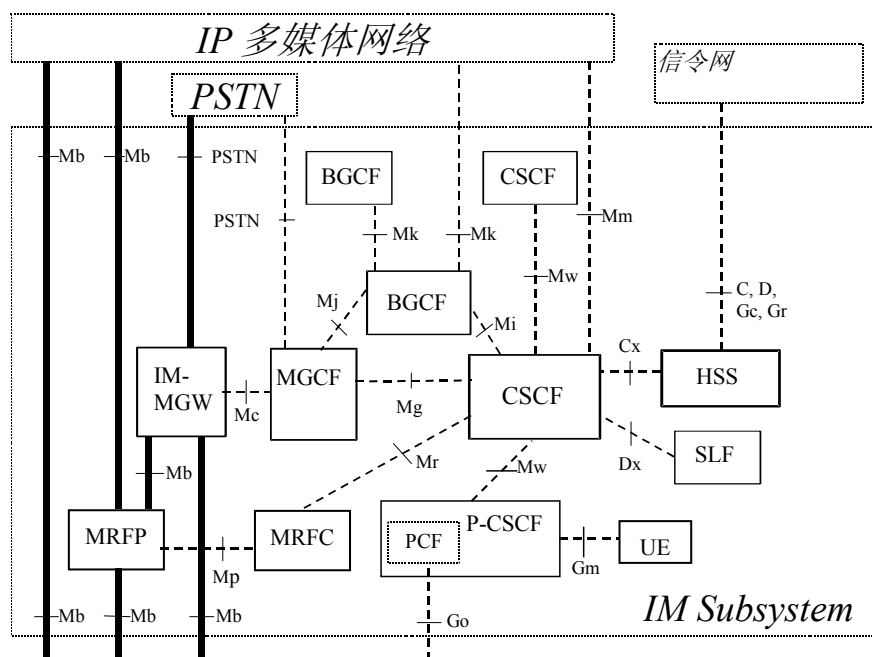


图 9.2 IP 多媒体实体的配置

#### 呼叫会话控制功能（CSCF）

CSCF 可起到 P-CSCF（代理 CSCF）、S-CSCF（服务 CSCF）或 I-CSCF（询问 CSCF）的作用，详细如下：

P-CSCF 是 IM 子系统内的第一个接触点，接受请求并进行内部处理或在翻译后接着转发。

S-CSCF 实现 UE 的会话控制功能，维持网络运营商支持该业务所需的会话状态。

I-CSCF 是运营网络内关于所有到用户的 IMS 连接的主要接触点，用于所有与该网络内签约用户或当前位于该网络业务区内漫游用户相关的连接。

#### 媒体网关控制功能（MGCF）

负责控制适于媒体信道连接控制的呼叫状态部分；与 CSCF 的通信；根据来自遗留网络的入局呼叫的路由号码选择 CSCF；执行 ISUP 与 IMS 网络呼叫控制协议间的转换；并能将其所收到的频段信息转发给 CSCF/IM-MGW。

#### IP 多媒体-媒体网关功能（IM-MGW）

能够支持媒体转换、承载控制和有效负荷的处理，并能提供支持 UMTS/GSM 传输媒体的必需资源。

#### 多媒体资源功能控制器（MRFC）

MRFC 负责控制 MRFP 中的媒体流资源，解释来自应用服务器和 S-CSCF 的信息并控制 MRFP。

#### 多媒体资源功能处理器（MRFP）

MRFP 负责控制 Mb 参考点上的承载，为 MRFC 的控制提供资源，产生、合成并处理媒体流。

#### 签约位置功能（SLF）

在注册和会议建立期间，用于 I-CSCF 询问并获得包含了所请求用户特定数据的 HSS 的名称。而且 S-CSCF 也可以在注册期间询问 SLF。

#### 突破网关控制功能（BGCF）

BGCF 的主要功能是选择在哪个网络中将发生 PSTN 突破。如果 BGCF 确定突破将发生在与



BGCF 所在的相同网络内时，则 BGCF 会选择一个 MGCF，它将负责与 PSTN 进行互操作。如果突破发生在其他网络内，则 BGCF 会把会话信令转发给其他 BGCF，或 MGCF，这将根据所选网络内的实体配置。

关于 IP 多媒体核心网子系统的各参考点的详细介绍，可参见 3GPP TS 23.002。

## 9. 2. 2 核心网内的接口

### 9. 2. 2. 1 CS 域内的接口

核心网 CS 域内的主要接口有：

MSC Server 和其关联的 VLR 之间的接口（B 接口）

VLR 是定位和管理其关联 MSC Server 控制区域内移动用户的数据库。当 MSC Server 需要当前位于其中的移动台数据时，就会询问 VLR。移动台进行位置更新时，MSC Server 会通知 VLR 存储相关信息。当用户激活特定的补充业务或修改业务的一些数据时，VLR 也会根据需要进行更新。

需要说明的是，B 接口是 MSC Server /VLR 的内部接口，因此对其没有标准的信令规定。

HLR 和 MSC Server 之间的接口（C 接口）

当网关 MSC Server 要获得关于用户呼叫或短消息的路由信息时，必须询问 HLR。在 C 接口上使用的是 MAP 信令。

HLR 和 VLR 之间的接口（D 接口）

该接口用于 HLR 和 VLR 交换与移动台定位和用户管理相关的数据。VLR 向 HLR 告知移动台的最新位置，HLR 向 VLR 发送支持移动用户业务的所有必需数据。当移动用户需要为特定的业务改变签约信息中的一些数据或是这些数据被管理者修改时，HLR 和 VLR 就会交换相关数据。

MSC Server 之间的接口（E 接口）

当移动台在呼叫期间，从一个 MSC 区域移动到另一 MSC 区域时，为了通话的连续性，就要执行切换程序，因此 MSC Server 通过 E 接口来交换必要的数据以实现该过程。切换过程结束之后，MSC Server 将信息转换成要传送的 A 接口信令。

MSC Server 和 EIR 之间的接口（F 接口）

该接口用于 MSC 服务器和 EIR 之间交换数据，以使 EIR 校验来自移动台 IMEI。

F 接口上使用的是 MAP 信令。

VLR 之间的接口（G 接口）

当移动用户从一个 VLR 移动到另一个 VLR 区域时，要进行位置更新。位置更新的过程包括重新找回 IMSI 和对来自原 VLR 参数的鉴定。

在该接口上使用的是 MAP 信令。

(G)MSC Server – CS-MGW 参考点（Mc 参考点）

Mc 参考点符合 H.248 标准，具备灵活的连接性，支持不同的呼叫模型和媒体；具有在接口上进行扩展/分组定义的开放体系结构；能动态共享 MGW 物理节点的资源；当 MGW 根据 H.248 协议控制承载并管理资源时，能动态共享各域间的传输资源。

MSC Server– GMSC Sserver 参考点 (Nc 参考点)

通过 Nc 参考点来执行网络-网络的基本呼叫控制。

CS-MGW – CS-MGW 参考点 (Nb 参考点)

通过 Nb 参考点来执行承载的控制和传输。

### 9. 2. 2. 2 PS 域内的接口

关于 PS 域的接口简要介绍如下：

SGSN 和 HLR 之间的接口 (Gr 接口)

该接口用于 SGSN 和 HLR 交换与移动台定位和用户管理相关的数据。主要提供给移动用户的业务是在整个业务区域内，传送分组数据的能力。SGSN 向 HLR 告知移动台的最新位置，HLR 向 SGSN 发送支持移动用户业务的所有必需数据。当移动用户需要为特定的业务改变签约信息中的一些数据或是这些数据被管理者修改时，HLR 和 SGSN 就会交换相关数据。

Gr 接口上使用的也是 MAP 信令。

SGSN 和 GGSN 之间的接口 (Gn 和 Gp 接口)

这两个接口用于支持 SGSN 和 GGSN 之间的移动性。Gn 接口用于 GGSN 和 SGSN 位于一个 PLMN 内，Gp 接口用于 GGSN 和 SGSN 位于不同 PLMN 中。

GGSN 和 HLR 之间的信令通路 (Gc 接口)

GGSN 利用该信令通路得到位置信息并支持移动用户的业务。

SGSN 和 EIR 之间的接口 (Gf 接口)

该接口用于 SGSN 和 EIR 之间交换数据，以使 EIR 校验来自移动台 IMEI。

Gf 接口上使用的是 MAP 信令。

### 9. 2. 2. 3 用于 CS 和 PS 域的接口

用于 CS 和 PS 域之间的接口有：

MSC/VLR 和 SGSN 之间的接口 (Gs 接口)

SGSN 可由 Gs 接口向 MSC/VLR 发送位置信息，还可以接收来自 MSC/VLR 的寻呼请求 (paging request)。MSC/VLR 可通过 Gs 接口向 SGSN 指示，MS 的业务由 MSC 来处理。

该接口上的信令使用无连接的 SCCP。

HLR 和 AuC 之间的接口 (H 接口)

当 HLR 收到一个用于移动用户鉴定和加密数据的请求，且 HLR 没有该请求数据时，HLR 就会通过 H 接口向 Auc 请求数据。

## 9.3 TD-SCDMA 核心网功能

在 3GPP 的系统架构中，网络分为接入网域和核心网域。Iu 接口是核心网 CN 和 UTRAN 之间的接口。它是一个公共开放的接口，其结构不会限制核心网和无线接入网各自网络结构的变化和演进。原则上讲，接入网和核心网是相互独立的。对于核心网，它并不关心接入网采用哪种具体的接入模式。TD-SCDMA 核心网与 3GPP 是完全一样的，下面主要介绍其功能平台和传输协议。

### 9.3.1 功能平台简介

3G 核心网的主要功能有以下几个方面：

#### 1. 无线资源管理 RR (GRR) (具体参见 3GPP 协议 44.018)

无线资源管理的过程是建立、保持和释放 RR 连结，以允许网络和移动台间的点对点的对话。这包括小区选择/重选择和切换过程。无线资源管理包括同公共传送资源管理相关的功能，如物理信道和控制信道上的数据链接。同时还包括在无 RR 连结建立时对单向 BCCH 和 CCCH 的接收；允许自动的小区选择/重选择等。

#### 2. 移动性管理 MM(GMM) (具体参见 3GPP 协议 24.008)

MM 主要由移动性管理子层来执行。其主要功能是支持用户终端的移动性，例如，将用户移动终端的当前位置通知给网络并提供用户标识的机密性；移动性管理子层的另一个功能是向上层连接管理子层的不同实体提供连接管理业务。移动性管理子层包括两个程序：非 GPRS 业务的 MM 程序和 GPRS 业务的 GMM 程序。

所有的 MM 程序只有在一个 MS 和网络之间的 RR 连接建立之后才能执行，否则 MM 子层必须发起一个 RR 连接建立。

#### 3. 连接管理 CM

CM 连接管理子层包括有 CC 呼叫控制、SMS(GSMS)短消息业务、SM 会话管理和 SS 补充业务等对网络提供业务的控制、提供和支持。其详细介绍如下：

##### (1) CC 呼叫控制

在呼叫控制协议中有多个 CC 实体被定义，每个 CC 实体都是相互独立的，并且应用其各自的 MM 连接同通信对等的实体进行通信，不同的 CC 实体用不同处理标识。由两个对等实体之间使用的特定次序组成了基本过程，这些基本过程作为描述这个子层的基础。其基本过程分类如下：

- 呼叫建立过程
- 呼叫清除过程
- 呼叫通知阶段过程
- 其他过程

##### (2) SMS(GSMS)短消息业务

短消息业务是通过一个业务中心，在移动台和一个短消息实体间传送消息。这个业务中心对于短消息来说是一个存储和转发中心。

##### (3) SM 会话管理

SM 会话管理的主要功能是支持用户终端的 PDP 上下文处理。SM 会话管理包括已被标识的 PDP

上下文的激活、去激活和修改的过程。对于被标识接入的 SM 过程,只有在 MS 和网络间的一个 GMM 上下文已经建立的情况下才能执行。如果没有建立 GMM 上下文,MM 子层将通过 GMM 来发起建立一个 GMM 上下文。

### 9. 3. 2 传输协议简介

3G 核心网的传输协议主要包括:

#### 1. MAP (29.002)

MAP 是完成移动台的自动漫游功能,在移动通信网络实体之间传递信息的信令。MAP 业务用户与 MAP 业务提供者在业务接口处通过发/收 MAP 业务原语而相互作用。一个 MAP 用户可同时接收来自不同的 MAP 业务提供者的业务。在这种情况下,全部程序由业务用户来进行同步。

MAP 业务分为公共 MAP 业务和专用 MAP 业务。

##### (1) 公共 MAP 业务

公共 MAP 业务对所用 MAP 用户都可用。当所有 MAP 业务用户要求接入各种业务时来完成基本应用层功能,具体如下:

同层MAP业务用户间建立和清除MAP对话

应用层以下各层所支持的接入功能

报告非正常情况

处理不同的MAP版本

测试一个固有的MAP对话在每一端是否激活

为实现以上功能,定义了下列公共业务: MAP-OPEN业务、MAP-CLOSE业务、MAP-DELIMITER业务、MAP-U-ABORT业务、MAP-P-ABORT业务和MAP-NOTICE业务。

##### (2) 专用 MAP 业务

专用 MAP 业务仅对一个或若干个 MAP 业务用户使用。所支持的业务有:

移动性业务,包括位置管理、切换、鉴权管理、国际移动设备管理、用户管理和故障恢复;

操作与维护,包括用户跟踪、用户识别;

呼叫处理;

与补充业务相关的业务;

短消息业务管理;

网络请求的PDP上下文活动业务。

#### 2. GTP (29.060)

GPRS 隧道协议 GTP 是用于 GSN 节点之间的接口协议。GTP 协议由 GTP 控制面和用户面协议组成。GTP 协议控制平面完成移动台 MS 接入分组网络的隧道控制和管理功能,主要执行建立、修

改和删除 GSN 之间的隧道功能，同时还负责 GSN 节点间的移动性管理、位置管理、路径管理功能。GTP 协议用户平面负责数据在隧道中传输，以及传输隧道的部分维护功能。

GTP 协议用户平面同时也使用在 W-CDMA 系统无线子系统和核心网络分组域之间的 Iu 接口，用于 Iu-PS 接口用户平面的上层消息的承载。

### 9.3.3 智能网

由于传统通信网网络较多，交换机种类繁多，重复开发将造成资源浪费，软件修改量大，而且引入新业务慢。随着通信电子技术的发展，为了使电信网络适应于新业务发展的需要，在 3G 系统中将引入智能网。智能网是建立在通信网平台上为提供增值业务而设立的网络结构，是一个能够快速、灵活、方便、经济、有效的生成新业务的网络体系。

智能网的基本概念是将业务逻辑同业务处理分开，由传统通信网交换机集中完成呼叫处理和呼叫控制，而由智能网完成业务控制。这样交换机中不再包含业务逻辑的软件，所以增加与修改业务时就不涉及交换机，只在智能网内修改一处或几处软件即可。同时，系统以积木式概念将业务分成许多模块，使新业务的设计更为容易快捷。TD-SCDMA 核心网络将引进智能网的网络结构，为运营者提供全套的解决方案。

### 9.3.4 3G 网络的 QoS

目前，关于第三代移动通信系统的研究开发工作正在加速进行。对于这样一个在全球范围内提供综合业务支持的移动通信系统，其业务服务质量(QoS)保证体系的研究是非常关键的问题。QoS 管理是在有效的带宽内提供更好的服务，其目标就是提供一些可预测性的质量级别，以控制超过目前网络最大服务能力所允许的限度。因为第三代移动通信是一个复杂而综合性很强的系统，涉及到很多有关网络和传输技术。从整个网络的角度来看，QoS 不仅涉及核心网，也是接入网和终端都要考虑的问题。

在传统的 IP 网络上，已经对 QoS 进行了大量的研究，为了满足不同的 QoS 的需要，出现了几种不同的协议和算法，如资源预留协议(RSVP)、差分服务(DifferServ)、子网带宽管理(SBM)、标签交换协议(MPLS)等。近来，随着 3G 系统的全 IP 化，如何在全 IP 网络上进行实时的语音和图像传输，尽量减少在传输过程中的延迟、包丢失和抖动等，为用户提供可靠、稳定的服务，已经成为系统网络研究的重点。因为移动通信本身的技术特点和不同用户业务的需求，以及与传统 IP 网络上的一些差异，所以如何提高整个移动网络的 QoS 就成为移动通信系统中的关键问题。本节简要介绍移动通信网络的 QoS 问题。

#### 9.3.4.1 QoS 的总体要求

在 3GPP 相应的协议中，UMTS 定义了 QoS 的基本规定，其总体要求如下：

- UMTS 的 QoS 控制机制应当是与外部网络 QoS 机制互相独立的，这种机制能够在网络的不同层面提供 QoS 保证能力。UMTS 网络的 QoS 参数(和参数映射)不应局限于与其对接的一种或很少几种外部网络的 QoS 参数定义和控制机制。
- 所有 QoS 参数定义及其组合必须是无二义性的。
- QoS 控制机制必须支持有效的无线传输资源的利用。

- QoS 参数定义及其控制机制的制订必须保证核心网络和接入网络可以互相独立地演进。
- 必须保证 UMTS 网络自身的可演进性（尽量降低 QoS 控制机制对未来 UMTS 网络引入新技术的影响）。

在第三代移动通信系统中，网络的服务质量被认为是端到端的(end-to-end)。因为第三代移动通信是一个多段的分层次的结构，因此要保证整个网络的 QoS，它的每一部分、每一段都要保证一定的 QoS。这主要由网络系统中信令控制、用户平面传输和 QoS 管理功能的承载服务(bearer service)来完成。第三代移动通信端到端通信的层次结构如图 9.3 所示：

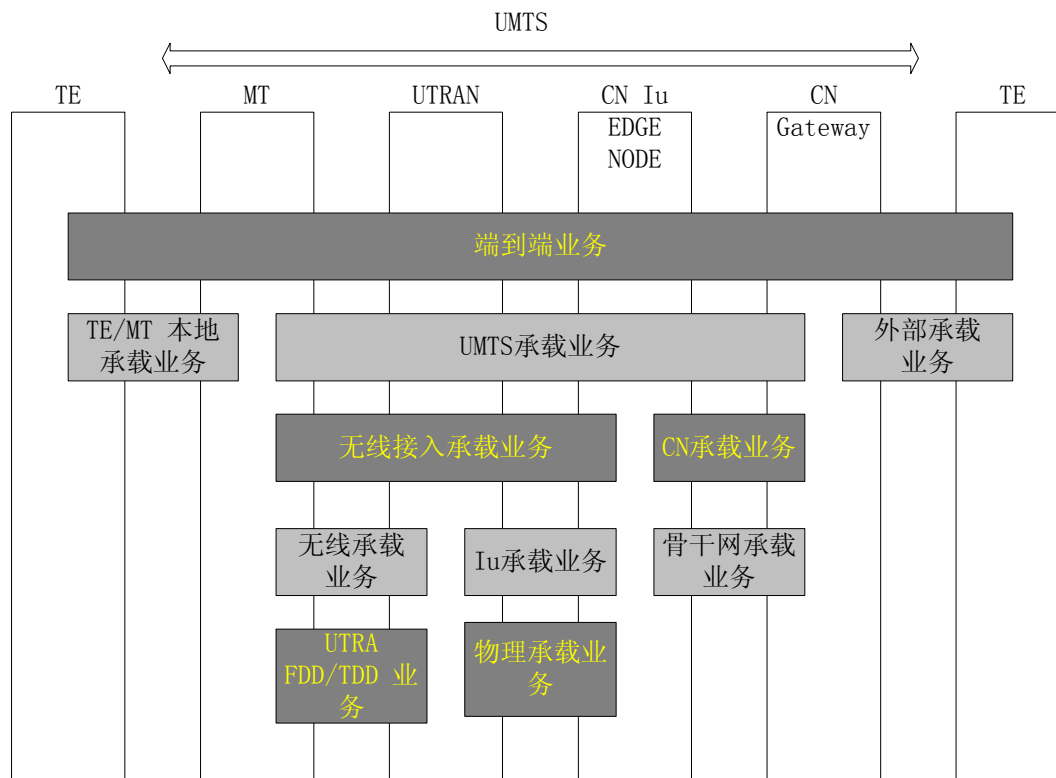


图 9.3 UMTS 端到端通信的层次结构

#### 9.3.4.2 QoS 的种类

在 UMTS 系统中，根据相应的业务类型可将 QoS 分为四类：

- conversational class;
- streaming class;

interactive class;

background class.

它们之间的主要区别是对传输延迟的敏感程度和误码率，其中 conversational class 是传输敏感程度最高的，而 background class 是传输敏感程度最低的。conversational class 和 streaming class 用来传输实时流业务的。而 Interactive class 和 Background 对实时的要求程度不高，所以主要应用是在传统的 IP 网络中的 WWW、Email、Telnet、FTP and News 等业务。具体到每一种类别的性能属性和指

标可参阅相关的文档。

### 9. 3. 4. 3 关于 3G QoS 研究的进展

目前, 在移动网络中关于 QoS 的研究虽然取得了很大的成就, 但是一些主要问题还是没有得到很好的解决。UMTS 正在考虑以下几个重要问题:

- 支持具体业务的分类以及各类业务 QoS 参数的量化定义;
- 上下层之间 QoS 参数的解析和映射规程;
- 全网络范围的资源管理和接入控制机制;
- 支持现有异种网络之间 QoS 机制的互操作性。

UMTS 网络 QoS 体系集合了 ATM 网络、IP 网络、第二代 GSM 网络的 QoS 机制, 因此需要构架一个可不断演进的、能够实现与现存各种网络互操作的 QoS 体系结构。整个移动网络发展的最终方向是向全 IP 化发展。所以现在用于传统 IP 网络上的技术也可以用于移动网络上, 如前面提到的资源预留协议(RSVP)、差分服务(DifferServ)、子网带宽管理(SBM)、标签交换协议(MPLS)等。下面简单介绍这些协议。

#### 1. 资源预留协议RSVP

RSVP 是一个信令协议。它提供建立连接的资源预留、控制综合业务等, 往往在 IP 网络上提供仿真电路。RSVP 是所有 QoS 技术中最复杂的一种, 与 IP 服务标准差别最大。它能提供最高的 QoS 等级, 使服务得到保障、资源分配量化。服务质量的细微变化能反馈给支持 QoS 的应用和用户。

##### (1) RSVP 协议的工作情况

- 发送端依据带宽的范围、传输迟延、以及抖动来表征发送业务。RSVP 从含有'业务类别(TSpec)'信息的发送端发送一个路径信息给目的地址(单点广播或多点广播的接收端)。每一个支持 RSVP 的路由器沿着下行路由建立一个路径状态表, 其中包括路径信息里先前的源地址。

- 为了获得资源预留, 接收端发送一个上行的 RESV(预留请求)消息。除了 TSpec, RESV 消息里含有请求类别(RSpec), 表明所要求的综合服务类型, 还有一个过滤器类别, 表征正在为分组预留资源(如传输协议和端口号码)。RSpec 和过滤器类别组合起来代表一个流的描述符, 路由器就是靠它来识别每一个预留资源的。

- 当每个支持 RSVP 的路由器沿着上行路径接收 RESV 的消息时, 它采用输入控制过程证实请求, 并且配置所需的资源。如果这个请求得不到满足(可能由于资源短缺或未通过认证), 路由器向接收端返回一个错误消息。如果这个消息被接受, 路由器就发送上行 RESV 到下一个路由器。

- 当最后一个路由器接收 RESV, 同时接受请求的时候, 它再发送一个证实消息给接收端。

- 当发送端或接收端结束了一个 RSVP 会话时, 有一个明显的断开连接的过程。

##### (2) RSVP 支持的综合业务

RSVP 所支持的综合业务有以下两种基本类型:

- 有保证业务: 这种业务是尽可能地仿真成一条专用虚电路, 除了要根据TSpec参数的要求确保带宽的有效性外, 还可以采用将一条路径里的不同网络部件的参数合并起来的方法, 来提供一个端到端的固定的队列延迟。

- 受控负载: 这相当于在“无负载条件下尽力而为服务”。因此, 它比“尽力而为服务”更好, 但是不能提供“有保证业务”所承诺的, 具有严格固定队列延迟的服务。对于“有保证业务”和受控负载, 处理不同的(与类别无关)数据业务就象处理没有QoS的尽力而为数据业务那样。综合业务采用令牌桶模式来表征输入/输出排序算法。设计令牌桶是为了平滑输出的业务流, 但不象泄露桶模式(也可以平滑输出的业务流), 令牌桶模式允许数据突发, 在短时间内维持更高的发送速率。

### (3) RSVP 协议机制要点

- 每个路由器的预留资源是‘软’的, 即这些资源需要由接收端定期地刷新。
- RSVP不是传输协议, 而是网络(控制)协议。作为这样的协议, 它不传送数据, 但是和TCP或者UDP的数据流是并行工作的。
- 应用要求API详细说明数据流的需求、初始化预留资源请求等, 并且在发出初始化请求后, 接收预留成功或失败的通知并贯穿于整个会话过程。为了更好地利用API, API也应包含那些描述在整个预留时间内的预留建立期间或之后, 当条件发生变化时出现问题的RSVP错误信息。
- 根据接收端的情况来预留资源, 是为了有效的接纳相当复杂的(组播)接收端组。
- 在上行方向的业务复制点处组播预留资源混合在一起(仍然有不易理解的复杂算法在里面)。
- 尽管RSVP业务可以通过不支持RSVP的路由器, 但是这会在QoS‘链’上产生一条‘弱链路’, 于是, QoS‘链’的服务质量降回到“尽力而为”的水平(即在这些链路上没有预留资源)。
- 有两种RSVP协议: 一种是纯RSVP, 包含IP的46号协议(用于IP分组头的协议区), RSVP的分组头和有效负载封装在IP分组头里。封装在UDP里的RSVP把它的分组头放在UDP数据报里。下文将描述只支持纯RSVP的802协议, 即子网带宽管理。

上面提到RSVP提供最高的IPQoS等级。从而可以得到高质量的QoS, 以及具有最佳传输质量保证的QoS。这听上去似乎万无一失, 但让我们感觉疑惑的是, 为什么还要考虑其它问题。这是由于RSVP协议存在着复杂性和开销的价格问题, 因而在实际中应用较少。简单地说, RSVP缺少微调的方法, 而DiffServ却可以提供这种方法。

## 2. DiffServ — 优先级排列

差分服务 (DiffServ) 采用一种简单粗略的方法对各种服务加以分类。目前有两个每跳(PHBs)的标准, 其中对两个最有代表性的服务等级(业务类别)作了规定:

- 快速转发(EF): 有一个单独的码点(DiffServ值)。EF可以把延迟和抖动减到最小, 因而能提供综合服务质量的最高等级。任何超过服务范围(由本地服务策略决定)的业务被删除。
- 保证转发(AF): 有四个等级, 每个等级有三个下降过程(总共有12个码点)。超过AF范围的业务不会象业务范围内的业务那样, 以尽可能高的概率传送出去。这意味着业务量有可能下降, 但不是绝对的。

根据预定策略的标准, PHBs适用于网络入口的业务。业务在这点加以标记, 然后根据这个标记进行路由指向, 没有作标记的业务就放到了网络的出口。DiffServ假定共享同一个网络边界的网络之间存在着服务等级协定(SLA)。SLA确定了策略标准和业务范围。按照SLA协议,



业务会在网络出口接受监督, 并得到平滑。任何在网络入口的超出范围的业务没有质量保证。(否则, 按照SLA, 要承担额外的成本。)服务采用的协议机制在DS字节里是比特形式的, 对IPv4是业务类别(TOS)的八位位组, 对IPv6则是业务量类别的八位位组。DiffServ对业务量优化的单一性同它本身的复杂性及强大的功能形成对比。当DiffServ利用RSVP的参数或特殊应用类别来标识和划分固定比特率(CBR)业务时, 会形成具有严格定义的综合业务流, 并直接指向具有固定带宽的通道。这样, 资源库就能得到有效地共享, 而且仍然可以提供可靠服务。

### 3. MPLS—多协议标记交换

多协议标记交换(MPLS)在某些方面类似于DiffServ, 因为它也是在网络入口的边界处标记业务, 而在出口没有标记。但与DiffServ(里面的标记用于判别在路由器中的优先级)不同, MPLS的标记(20比特的标签)是用于判别路由器的下一跳的。MPLS不是受控制的应用(它没有MPLS的API), 也不含最终主机协议的成份。MPLS不象这里所描述的其它QoS协议, 它只存在于路由器上。MPLS也独立于协议(即多协议), 所以它可以和其它网络协议一起使用, 而不仅仅是IP(象IPX、ATM、PPP、或帧中继等), 还能直接用在数据链路层上。

MPLS更多地表现为一个业务量工程协议, 而不只是一个QoS协议。MPLS路由是为建立固定带宽通道, 类似于ATM或帧中继的虚电路。其作用使服务得到了改善, 增加了更为灵活的服务种类, 还有基于策略的网络管理控制。当然, 其它QoS协议也可以提供这些功能。但MPLS简化了路由过程(减小开销, 提高性能), 同时增加了协议层迂回的灵活性。支持MPLS的路由器叫做标记交换路由器(LSR), 其工作情况如下:

- 在MPLS网络中第一跳的路由器上, 该路由器根据目的地址(或根据本地策略所规定的报头中的其它信息)做出转发的决定, 接着判别合适的标签值(标识着平衡等级转发类别—FEC)并把它贴在分组上, 再转发给下一跳。
- 在下一跳, 路由器把这个标签值作为一个索引放入一张表里, 这张表指明了下一跳以及一张新表。LSR再贴上新标签, 把分组转发到下一跳。

标有MPLS分组的路径叫做标记交换路径(LSP)。在有了MPLS之后的一个想法是通过采用一个标签来判定下一跳, 路由器的工作量会少一些, 并且能处理更多的简单交换。这个标签表示一条路由, 再利用策略来分配标签, 网络管理者能更精确地控制业务量工程。标签的处理过程实际上要比上面所描述的复杂得多, 因为标签能够被堆在一起(为的是MPLS可以在路由之中包含路由)。另外, MPLS更为复杂的地方在于, 为了确保各种标签含义的一致性, 还要负责MPLS路由器之间标签的分布和管理。标签分布协议(LDP)是专为这一目的设计的, 但并不是只有这一种可能性。不管标签的分布和处理如何复杂, 但对于大多数网络管理者来说是透明的。网络管理者更为关心的是策略管理, 即判别何种标签用于何地, 以及如何分布标签。

### 4. SBM—子网带宽管理

QoS只能保证和最弱的链路一样的通信质量, 而且是发送端和接收端间的端到端。这就表明沿着路由的每一个路由器一定要支持现在使用的QoS技术。同时, QoS由OSI的顶层至底层也要从以下两个方面认真考虑, 即:

- 发送端和接收端主机必须支持QoS, 使系统应用能获得明显或不明显的好处。OSI的每一层向下的应用也必须要支持QoS, 以保证在网络里具有高优先级别的发送和接收的请求能获得高优先级别的处理。
- 局域网(LAN)必须支持QoS, 以使高优先级别的帧在网络媒介中传送(如: 从主机到主机、主机到路由器, 以及路由器到路由器之间)时可以获得高优先级别的处理。LAN位于OSI的

第二层,即数据链路层,而前面所描述的QoS技术已经到了第三层(DiffServ)及其上层。

某些第二层的技术已经可以支持QoS了(例如异步转移模式ATM)。而其它更多的LAN技术(如以太网技术)最初并不是为支持QoS设计的。以太网作为共享的广播媒介,或者在它的交换方式中,提供了一种类似与标准的“尽力而为”的IP服务,这种服务中的各种迟延影响着有实时要求的应用。用于802 LAN(如以太网)资源共享和交换的子网带宽管理(SBM)协议是一种信令协议,它允许网络节点之间的通信、协作以及交换,并使之能够映射到更高层的QoS协议。

## 9.4 TD-SCDMA 灵活的组网方式

TD-SCDMA 作为第三代移动通信三大标准之一,具有灵活的组网方式,不仅能够用于建设大区制的宏蜂窝网络系统,尤其适合于在城市及近郊区高密度用户区组建微蜂窝或微微蜂窝网络,而且还可以与其它移动蜂窝网络之间实现网络资源共享。所支持的业务包括对称及不对称的业务如话音、数据、多媒体及IP业务等。TD-SCDMA 的突出特点是系统容量大、频谱利用率高、抗干扰能力强、设备成本低廉。

### 9.4.1 网络共享的必要性

在当前激烈的市场竞争中,各个移动通信运营商之间的相互合作,为实现网络互联互通而达成的某种默契和协议已成为其赖以生存、获得盈利的必然途径。因此,在制订通信标准时要将网络共享(Network Sharing)放在重要的位置。过去在制订 GSM 和最初的 UMTS 规范时,没有考虑到由两个或两个以上不同的商业实体来共享部分或全部网络的可能性,在标准中缺少了一些实现这样的商业协议的功能。

例如,一个 PLMN 是由一个移动国家号码和一个移动网络号码来唯一识别的,这样的定义非常受限,不仅会引起不同运营商之间在网络共享方面出现问题,在技术上还会引起双重无线接入的问题。GSM 是在“一个运营商,一个无线接入网”的原则下设计的。GSM 网络虽然有一些基础结构共享(Infrastructure Sharing)的可能性,但它不支持真正的无线接入网络共享。3GPP 在最初的 3G 系统设计中,也没有认真考虑不同运营商之间的网络共享,仅仅具有一些有限的支持。鉴于这些问题,现在应该全面考虑在 UMTS 标准中,对两个或两个以上运营商共享昂贵的无线接入网资源的支持。

### 9.4.2 TD-SCDMA 的组网方式

TD-SCDMA 不仅可以独立组网,还可以为运营商提供多个网络之间、多种接入技术之间的灵活组网方式。网络共享包括各种不同的情况,例如:无线接入网连接到多个核心网上,或者多个无线接入网共享一个核心网。由于不同运营商的策略和不同国家中的规则与法规,共享网络会出现许多种可能的情况。下面简要介绍 TD-SCDMA 几种典型的组网方式:

## 1. 两个运营商共享接入网

图 9.4 表示出具有相同的 PLMN 特征,允许两个运营商以共享核心网的某些部分来共享一个公共的 UTRAN。这就意味着允许运营商在没有 UMTS 许可的情况下,共享网络可为其用户提供 3G 业务。例如,一个 2G 运营商可以利用为其他运营商分配的频谱来向其用户提供 3G 业务。

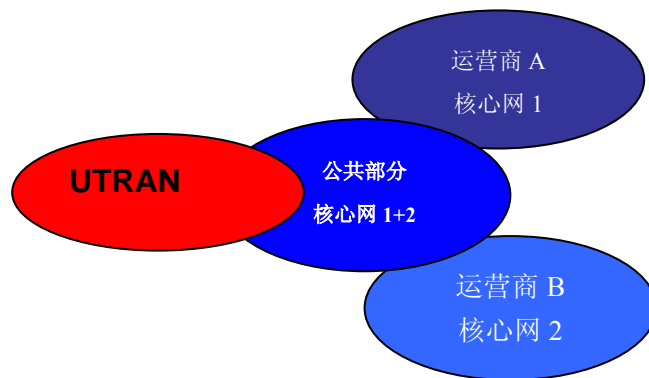


图 9.4 两个运营商共享接入网

## 2. 地理区域分离的网络共享

在这种情况下,分别由两个或多个 3G 运营商覆盖了一个国家的不同部分或者整个国家,即一起提供整个国家 UMTS 的接入。如图 9.5 中所示的两个运营商,来自运营商 B 的用户可以接入到运营商 A 的网络,同样,运营商 A 的用户也可以接入到运营商 B 的网络。允许接入到一个 UTRAN 的不同 UE,对于该 UMTS RAN 的不同部分则有着不同的接入限制。

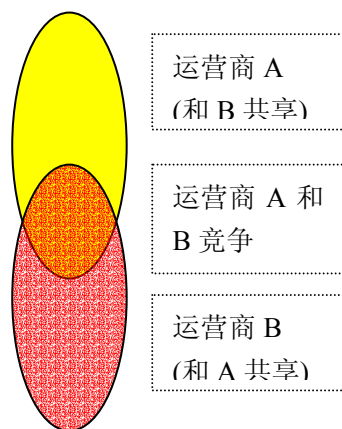


图 9.5 两个运营商提供网络覆盖

这时,对于运营商 A 和 B 一起提供整个国家的覆盖,依然会在他们共同覆盖的区域进行竞争。在图 9.5 中,运营商 B 的 UE 允许接入到除两者交迭区域外的运营商 A 的整个 UTRAN。在 A 和 B

两个 UTRAN 的交迭区域中，运营商 B 的 UE 要接入到运营商 A 的 LA/cells，通常会受到一些限制。反之，则依然。

在多于一个运营商所提供的覆盖区域中，有时仅允许用户由其归属运营商来提供无线接入网的使用。除了 CELL-DCH 状态，在空闲模式和连接模式中，基本区域的国家漫游问题已经得到解决。在空闲模式中，当 UE 执行位置/路游区域更新（LAU/RAU）时，CN 将通知 UE 适用的接入限制。

### 3. 公共网络共享

所谓公共网络共享，是由一个运营商来覆盖一个特定的地理区域，允许其他运营商利用该覆盖区为他们的用户服务；在该地理区域以外，由各个运营商分别提供覆盖。例如，当有两个运营商的情况下，可以通过第三方为运营商 A 和 B 的用户在高密度区域提供 UTRAN 覆盖。在低密度区域，由运营商 A 和 B 来分别提供 GERAN 覆盖，且在这些区域中，用户可通过他们的运营商连接到接入网。

在公共网络共享的情况下，没有 UTRAN 内部接入的问题，而在 UTRAN 的边界存在接入问题，UTRAN 必须为切换设计好恰当的相邻的 GSM/UMTS 小区，参见图 9.6。

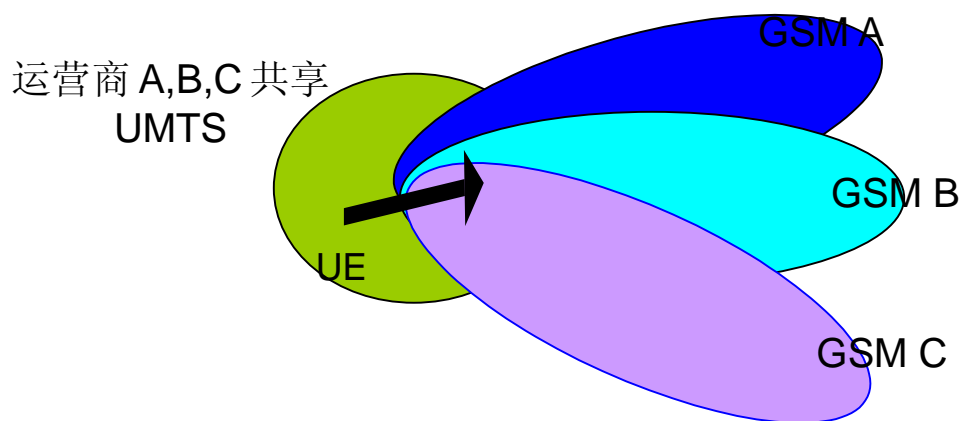


图 9.6 运营商 A B C 共享一个公共的网络

图中，UMTS 运营商 A 允许 UE 从运营商 B 和 C 接入到他的 UMTS 网络。当 UE 依照图中的指示移动时，要为切换考虑到恰当的 GSM 小区。这时由于运营商 B 和 C 之间存在的国家漫游限制而变得非常复杂。所以国家漫游限制（NRR）应该扩展到所有 UE 的状态。

### 4. TD-SCDMA 和 CDMA2000 共享核心网[3GPP 和 3GPP2 核心网融合]

随着数字时代的来临，IP 业务将在电信网中占有重要的地位，从而决定移动通信的核心网也将向全 IP 方向演进。在移动通信系统中，核心网与无线接入网是相对独立的，各种无线接入方式包括 CABLE、DSL、WLAN 等，均可以接入核心网。

全 IP 核心网具有很多优点，能为运营商提供统一的核心网平台，减化网络的复杂度，节约核心网的建设投资，可充分利用空中接口无线资源，用户可以在任何时候以最适合的业务需求方式接入系统；而且，全 IP 核心网使信令和承载分离，其接口 定义更加明确，实体功能也能够独立，其中的呼叫控制协议均采用 IETF 的 SIP。

在全 IP 核心网情况下，TD-SCDMA 和 cdma2000 共享核心网可以 采用 3GPP 和 3GPP2 核心网融合的方式，如图 9.7 所示。

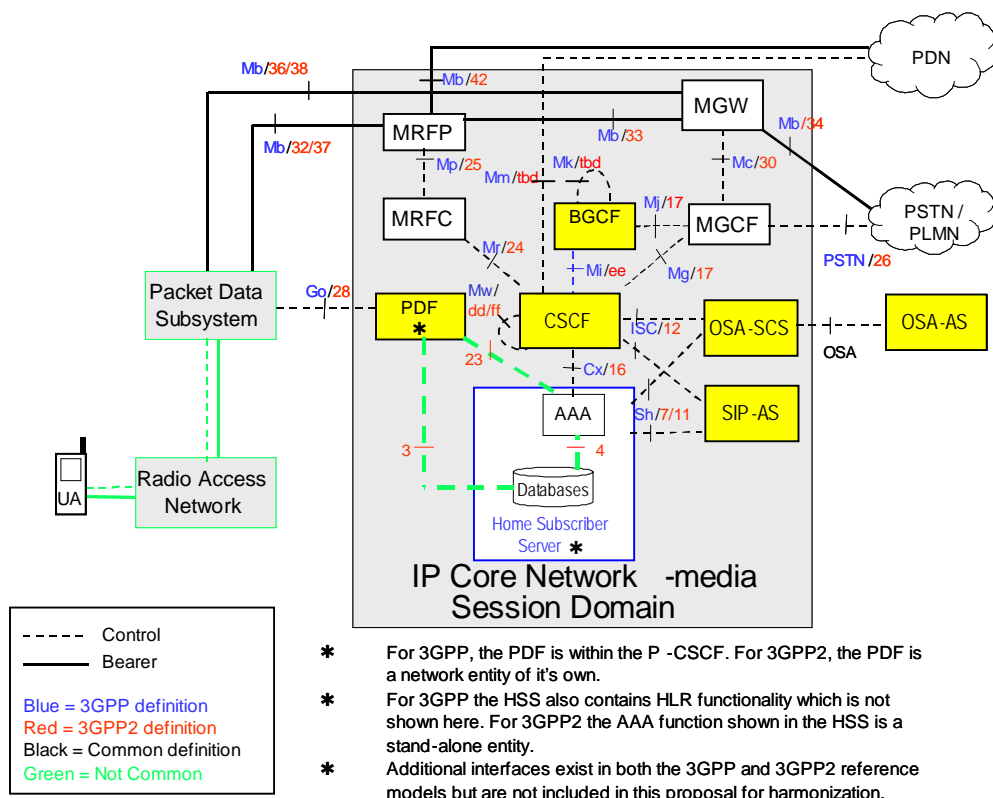


图 9.7 TD-SCDMA 和 cdma2000 共同采用 3GPP 和 3GPP2 核心网的融合方式

## 参考文献

- [1] 3GPP Technical Specification 25.4xx 系列规范。
- [2] 3GPP Technical Specification 25.305 Stage 2 functional specification of UE positioning in UTRAN
- [3] 3GPP Technical Specification 23.271 Functional stage 2 description of location services
- [4] 3GPP Technical Specification 25.875 Intra Domain Connection of RAN Nodes to Multiple CN Nodes
- [5] 3GPP Technical Specification 25.883 direct transport bearers between SRNC and Node-B
- [6] 3GPP Technical Specification 32.xxx 系列规范
- [7] 3GPP Technical Specification 23.xxx 系列规范
- [8] 3GPP Technical Specification 24.xxx 系列规范
- [9] GSM 08.xxx 系列规范
- [10] 3GPP Technical Specification 25.2xx 系列规范
- [11] 3GPP Technical Specification 25.3xx 系列规范
- [12] 3GPP Technical Specification 25.1xx 系列规范

## 英文缩写对照

3G-MSC	3rd Generation Mobile Switching Centre	第三代移动交换中心
3G-SGSN	3rd Generation Serving GPRS Support Node	第三代服务 GPRS 的节点
3GPP	3 <sup>rd</sup> Generation partnership project	3 代合作项目
AAL2	ATM Adaptation Layer type 2	ATM 适配层 2
AAL5	ATM Adaptation Layer type 5	ATM 适配层 5
ACIR	Adjacent Channel Interference Ratio	邻道干扰比
ACLR	Adjacent Channel Leakage power Ratio	邻道泄漏功率比
ACS	Adjacent Channel Selectivity	邻道选择性
ALCAP	Access Link Control Application Part	接入链路控制应用部分
AMC	Adapt Modulation Coding	自适应调制编码
ARQ	Automatic Repeat Request	自动重复请求
ASN.1	Abstract Syntax Notation One	抽象语义描述 1
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传输模式
AuC	Authentication Centre	鉴权中心
BCH	Broadcast Channel	广播信道
BCCH	Broadcast Control Channel	广播控制信道
BER	Bit Error Rate	误比特率
BGCF	Breakout Gateway Control Function	突破网关控制功能
BSC	Base Station Controller	基站控制器
BSS	Base Station Subsystem	基站子系统
BTS	Base Transceiver Station	基站收发机
CC	Call Control	呼叫控制
CCCH	Common Control Channel	公共控制信道
CCH	Control Channel	控制信道
CCPCH	Common Control Physical Channel	公共控制物理信道
CDMA	Code Division Multiple Access	码分多址
CDMA TDD	CDMA Time Division Duplex	码分多址 时分双工
CFN	Connection Frame Number	连接帧号
CM	Connection Management	连接管理
CN	Core Network	核心网
CQI	Channel Quality Indicator	信道质量指示
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余检验
CRNC	Controlling Radio Network Controller	控制的无线网络控制器
CS	Circuit Switched	电路交换
CSCF	Call Server Control Function	呼叫服务器控制功能
DCA	Dynamic channel allocation	动态信道分配
DCCH	Dedicated Control Channel	专用控制信道
DCH	Dedicated Transport Channel	专用传输信道
DL	Downlink	下行链路
DOA	Direction Of Arrival	到达方向

DPCH	Dedicated Physical Channel	专用物理信道
DRNC	Drift Radio Network Controller	漂移无线网络控制器
DRNS	Drift RNS	漂移 RNS
DS CDMA	Direct Spreading CDMA	直接扩频码分多址
DSCH	Down-link Shared Channel	下行共享信道
DTCH	Down-link Traffic Channel	下行业务信道
DwPCH	Downlink Pilot Channel	下行导频信道
DwPTS	Downlink Pilot Time Slot	下行导频时隙
EIR	Equipment Identity Register	设备标识寄存器
EP	Elementary Procedure	基本过程
FACH	Forward Access Channel	前向接入信道
FDD	Frequency Division Duplex	频分双工
FFS	For Further Study	进一步研究
FP	Frame Protocol	帧协议
FPACH	Fast Physical Access Channel	快速物理接入信道
FT	Frame Type	帧类型
GGSN	Gateway GPRS Support Node GPRS	网关支持节点
GMM	GPRS Mobility Management	GPRS 移动性管理
GMSC	Gateway MSC	网关移动业务中心
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GRR	GPRS Radio Resources	GPRS 无线资源
GSM	Global System for Mobile Communication	全球移动通信系统
GTP	GPRS Tunneling Protocol	GPRS 隧道协议
HARQ	Hybrid Automatic Repeat Request	混合自动重复请求
HFN	Hyper Frame Number	超帧号
HLR	Home Location Register	归属位置寄存器
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	高速下行分组接入
HSS	Home Subscriber Server	归属用户服务器
IMSI	International Mobile Subscriber Identity	国际移动用户标识码
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000	国际电联命名 3 代移动通信系统
IP	Internet Protocol	因特网协议
IS-2000	IS-95 Evolution Standard (cdma2000)	cdma2000
ITU	International Telecommunication Union	国际电联
L1	Layer 1	层 1
L2	Layer 2	层 2
LAN	Local Area Network	本地网络
LMU	Location Measurement Unit	位置测量单元
MAC	Medium Access Control	媒质接入控制
MAP	Mobile Application Part	移动应用部分
MC CDMA	Multiple Carrier CDMA	多载波码分多址
MC TDMA	Multiple Carrier TDMA	多载波时分多址



ME	Mobile Equipment	移动设备
MGCF	Media Gateway Control Function	媒体网关控制功能
MGW	Media Gateway	媒体网关
MIB	Master Information Block	控制信息块
Mcps	Mega Chip Per Second	每秒兆 Chip
MM	Mobility Management	移动性管理
MPLS	MultiProtocol Label Switching	多协议标签交换
MRF	Media Resource Function	媒体资源功能
MRFC	Media Resource Function Controller	媒体资源功能控制器
MRFP	Media Resource Function Processor	媒体资源功能处理器
MSC	Mobile Services Centre	移动业务中心
MTP	Message Transfer Part	消息传输部分
MTP3-B	Message Transfer Part level 3	3 级消息传输部分
M3UA	MTP3 User Adaptation Layer	MTP3 用户适配层
NAS	Non Access Stratum	非接入层
NBAP	NodeB Application Part	Node B 应用部分
O&M	Operation and Maintenance	操作维护
PC	Power Control	功率控制
PCCH	Paging Control Channel	寻呼控制信道
PCCPCH	Primary Common Control Physical Channel	基本公共控制物理信道
PCH	Paging Channel	寻呼信道
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel	物理下行链路共享信道
PLMN	Public Land Mobile Network	公共陆地移动网
PPP	Point-to-Point Protocol	点对点协议
PRACH	Physical Random Access Channel	物理随机接入信道
PS	Packet Switched	分组交换
PSTN	Public Swithed Telephone Network	公共电话交换网络
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel	物理上行链路共享信道
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交幅度调制
QE	Quality Estimate	质量评估
QPSK	QuadriPhase Shift Keying	四相移键控
QoS	Quality of Service	业务质量
R-SGW	Roaming Signalling Gateway	漫游信令网关
RAB	Radio access bearer	无线接入承载
RACH	Random Access Channel	随即接入信道
RANAP	Radio Access Network Application Part	无线接入网应用部分
RAT	Radio Access Technology	无线接入技术
RL	Radio Link	无线链路
RLC	Radio Link Control	无线链路控制
RNC	Radio Network Controller	无线网络控制器
RNS	Radio Network Subsystem	无线网络子系统
RNSAP	Radio Network Subsystem Application Part	无线网络子系统应用部分
RNTI	Radio Network Temporary Identity	无线网络临时识别

RR	Radio Resources	无线资源
RRC	Radio Resource Control	无线资源控制
RSVP	Resource ReserVation Protocol	资源保留协议
RTCP	Real Time Control Protocol	实时控制协议
RTP	Real Time Protocol	实时协议
SA	Service Area	服务区域
SABP	service area broadcast protocol	服务区广播协议
SAP	Service Access Point	服务接入点
SBM	Subnetwork Bandwidth Management	子网带宽管理
SC TDMA	Single Carrier TDMA	单载波时分多址
SSCF	Service Specific Co-ordination Function	特定业务协调功能
SCCP	Signalling Connection Control Part	信令连接控制部分
SCH	Synchronization Channel	同步信道
SCCPCH	Secondary Common Control Physical Channel	辅助公共控制物理信道
SCP	Service Control Point	业务控制点
SCTP	Simple Control Transmission Protocol	简单控制传输协议
SFN	System Frame Number	系统帧号
SGSN	Serving GPRS Support Node GPRS	服务支持节点
SIB	System Information Block	系统信息块
SIM	Subscriber Identity Module	用户识别模块
SLF	Subscription Location Function	签约位置功能
SM	Session Management	会话管理
SRNC	Serving Radio Network Controller	服务无线网络控制
SRNS	Serving RNS	服务 RNS
SS7	Signalling System No. 7	7 号信令系统
SSCF	Service Specific Co-ordination Function	具体业务协调功能
SSCF-NNI	Service Specific Coordination Function – Network Node Interface	具体业务协调功能网元接口
SSCOP	Service Specific Connection Oriented Protocol	特定业务面向连接协议
.STM	Synchronous Transfer Mode	同步传输模式.
T-SGW	Transport Signalling Gateway	传输信令网关
TB	Transport Block	传输块
TBS	Transport Block Set	传输块集
TCP	Transfer Control Protocol	传输控制协议
TDD	Time Division Duplex	时分双工
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址接入
TD-SCDMA	Time Division Synchronous CDMA	时分同步--码分多址接入
TFC	Transport Format Combination	传送格式组合
TFCI	Transport Format Combination Indicator	传送格式组合指示
TFCS	Transport Format Combination Set	传送格式组合集
TFI	Transport Format Indicator	传送格式指示
TFS	Transport Format Set	传送格式集
ToA	Time of arrival	到达时间

TPC	Transmit Power Control	发射功率控制
TSN	Transmission Sequence Number	传输序列号
TTI	Transmission Time Interval	传输时间间隔
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
UE	User Equipment	用户设备
UL	Uplink	上行链路
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System	陆地移动通信系统
UpPTS	Uplink Pilot Time slot	上行导频时隙
UpPCH	Uplink Pilot Channel	上行导频信道
USCH	Up-link Shared Channel	上行共享信道
USIM	UMTS Subscriber Identity Module	UMTS 用户识别模块
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network	UMTS 陆地无线接入网
VC	Virtual Circuit	虚电路
VLR	Visitor Location Register	访问位置寄存器
WAP	Wireless Application Protocol	无线应用协议
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	宽带 cdma
WG	Working Group	工作组
WWW	World Wide Web	万维网
XRES	EXpected user RESponse	期待的用户响应