

TD-LTE

系统信令流程

参数解读

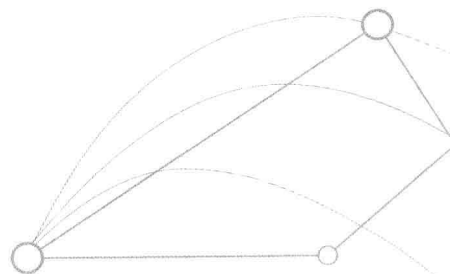
孙达 芮鹤龄 陈霞 孟忻 编著

Interpretation of the System Signaling
and Parameters

TD-LTE



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



TD-LTE

系统信令流程

参数解读

孙达 芮鹤龄 陈霞 孟忻 编著

Parameters of the System Signaling
and Parameters

TD-LTE

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

TD-LTE系统信令流程参数解读 / 孙达等编著. -- 北京: 人民邮电出版社, 2012.3
ISBN 978-7-115-26750-4

I. ①T… II. ①孙… III. ①码分多址—移动通信—通信技术 IV. ①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第230947号

TD-LTE 系统信令流程参数解读

- ◆ 编 著 孙 达 芮鹤龄 陈 霞 孟 忻
责任编辑 牛小敏
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.25 2012年3月第1版
字数: 293千字 2012年3月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-26750-4

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

TD-LTE 被称为 TD-SCDMA 的长期演进, 以 OFDM 和 MIMO 为核心技术, 采用扁平化的网络结构, 以及混合自动重传编码 (HARC) 和自适应编码调制 (ACM) 等先进技术, 在 TD-SCDMA 技术体制基础上有了较大的变化。对现有的移动运营商而言, 是一个全新的技术领域, 需要重新学习和掌握这些新技术, 培养一批工程技术人员, 为 TD-LTE 的发展奠定坚实的基础。基于此, 中国移动通信集团上海有限公司计划发展部组织编写了《TD-LTE 系统信令流程参数解读》一书。

本书主要通过研究 3GPP R8 协议及工业和信息化部相关行业标准, 对 TD-LTE 的关键知识进行梳理、总结, 对流程和参数进行逻辑关系整合并进行归类分析, 而且对网络中涉及的重要可调无线参数的设置方法及调整影响进行深入的分析与说明, 包含参数定义、相关信令流程、设置、影响等。本书基本囊括了 TD-LTE 网络中涉及的重要可调无线参数, 对各参数涉及的相关信令流程、设置方法及调整影响等进行了深入分析。

在本书的编写过程中得到了各级领导和有关部门的高度重视, 上海移动领导对本书的撰写给予了密切关注和精心指导, 相关技术人员投入了大量精力, 在信息收集、整理、内容编撰、审校等方面做了大量工作, 最后对各厂商提供的技术支持表示由衷的感谢。

因时间仓促, 水平有限, 且 LTE 技术标准仍在不断的发展和演进中, 本书难免存在不妥和疏漏之处, 恳请读者不吝指正。

本书主要完成人: 孙达、芮鹤龄、陈霞、孟忻、吕骥、张凌峰、涂奎、冯佳琪、姜鹤、潘琤雯。

中国移动通信集团上海有限公司

2011 年 11 月

目 录

第 1 章 LTE 技术基础	1
1.1 LTE 关键性能需求	1
1.1.1 峰值速率	1
1.1.2 时延	1
1.1.3 控制面容量	1
1.1.4 用户吞吐量和频谱效率	1
1.1.5 移动性	2
1.1.6 覆盖	2
1.1.7 增强的 MBMS 功能	2
1.1.8 灵活的频率带宽	2
1.1.9 互操作要求	2
1.2 LTE 网络架构描述	2
1.2.1 E-UTRAN 及 EPC 功能划分	3
1.2.2 S1 和 X2 接口功能	4
1.2.3 E-UTRAN 架构总体特点	5
1.3 LTE 物理层技术基础	5
1.3.1 多址方式	5
1.3.2 无线帧结构	7
1.3.3 物理基本资源与分配	10
1.3.4 参考符号图案	15
1.3.5 MIMO 技术	18
1.3.6 物理信道	22
1.4 物理层测量	33
1.4.1 UE 类别	33
1.4.2 UE 测量能力	34
1.4.3 E-UTRAN 测量能力	36
第 2 章 网络参数	37
2.1 网络标识	37
2.1.1 移动用户标识	37
2.1.2 国际移动台设备标识软件版本号	41

2.1.3 位置区标识	42
2.1.4 UTRAN 部分标识	44
2.1.5 UE 部分标识	45
2.2 系统信息	47
2.2.1 系统信息结构	47
2.2.2 系统信息监听机制	47
2.2.3 系统信息功能	49
2.3 小区选择/重选	52
2.3.1 小区选择	52
2.3.2 小区重选	57
2.4 随机接入	67
2.4.1 非同步随机接入流程	67
2.4.2 重要参数清单	68
2.4.3 参数说明	69
2.5 UE 状态转移	72
2.5.1 参数清单	73
2.5.2 参数说明	73
2.6 切换	76
2.6.1 系统内切换	76
2.6.2 系统间切换	79
2.6.3 重要参数清单	80
2.6.4 参数说明	80
2.7 无线基本通信用过程	84
2.7.1 呼叫建立及释放	84
2.7.2 寻呼	86
2.7.3 无线链路同步状态	89
2.8 自适应过程	92
2.8.1 功率控制过程	92
2.8.2 混合自动重传请求过程	100
2.8.3 自适应调制和编码过程	104
2.9 射频指标	115
2.9.1 eNode B 射频指标	115
2.9.2 UE 射频指标	126
第 3 章 TD-LTE 无线网主要流程	136
3.1 主要无线接口流程	136
3.1.1 Uu 接口 (RRC)	136
3.1.2 S1 接口 (S1AP)	143
3.1.3 X2 接口 (X2AP)	164

3.2 无线通信基本流程	170
3.2.1 小区附着流程	170
3.2.2 主叫业务建立流程	172
3.2.3 被叫业务建立流程	174
3.2.4 呼叫释放流程	175
3.2.5 呼叫建立及释放重点关注的子流程	176
3.3 移动性管理相关流程	177
3.3.1 TA 更新流程	177
3.3.2 系统内切换	178
3.3.3 系统间切换	183
参考文献	187

第 1 章 LTE 技术基础

1.1 LTE 关键性能需求

2004 年 11 月, 3GPP 启动了“3G 移动系统长期演进 (Long Term Evolution, LTE)”项目, 2009 年 9 月完成了研究项目 (Study Item, SI), 即技术可行性研究, 进入工作项目 (Work Item, WI), 开始技术标准制定。截至 2009 年 3 月, 除“终端一致性测试”相关规范外, LTE R8 的其他规范都已冻结。LTE 的具体性能需求是在 2006 年 5 月完成的 TR 25.913 规范中得到明确的。TR 25.913 规定 LTE 在峰值速率、时延等方面的具体要求, 为后续协议的制定明确方向。

1.1.1 峰值速率

LTE 需要支持更高的瞬时速率, 且峰值速率能随着占用频率带宽的增加而增加。对于使用 2 个下行接收天线、1 个上行发射天线的终端来说, LTE 要求支持如下的峰值速率:

- 下行 100 Mbit/s (20 MHz 的频率带宽);
- 上行 50 Mbit/s (20 MHz 的频率带宽)。

以上要求对于上行和下行共享频率带宽的 TDD 系统不适用。

1.1.2 时延

用户面数据空中接口单向延时小于 5 ms, 控制面延时 (从空闲模式到连接模式) 小于 100 ms。

1.1.3 控制面容量

在 5 MHz 的频率带宽条件下, LTE 系统要求每小区支持至少 200 个用户同时在线, 在更高的频率带宽使用情况下, 要求每小区至少支持 400 个用户同时在线。

1.1.4 用户吞吐量和频谱效率

(1) 下行方向

LTE 单用户每兆赫兹平均吞吐量要求为 R6 HSDPA 的 3~4 倍; 频谱效率要求为 R6 HSDPA 的 3~4 倍。

(2) 上行方向

LTE 单用户每兆赫兹平均吞吐量要求为 R6 HSUPA 的 2~3 倍; 频谱效率要求为 R6 HSDPA 的 2~3 倍。

LTE 要求上下行用户吞吐量随着占用带宽的增加而增加。

1.1.5 移动性

LTE 系统被设计为主要面向 0~15 km/h 的移动速度段，移动速度在 120 km/h 以下时，系统应该能提供良好的性能支持，而移动速度在 120~350 km/h 时，LTE 要求能提供小区间的移动性功能。

对应高速铁路场景，LTE 应能保证在 350 km/h 甚至更高（不超过 500 km/h）速率下的无线连接。

1.1.6 覆盖

小区半径在 5 km 内时，要求 LTE 达到吞吐量、频谱效率和移动性方面的最优指标；小区半径在 30 km 内时，要求 LTE 的吞吐量、频谱效率和移动性只能出现轻微恶化。LTE 理论上支持高达 100 km 以上的小区覆盖半径。

1.1.7 增强的 MBMS 功能

LTE 要求进一步减少终端的复杂性，针对 MBMS 业务和语音的并发业务进行优化，同时要求支持对称的或者非对称的频率规划。

1.1.8 灵活的频率带宽

LTE 能在上行或者下行方向使用不同的频率带宽进行工作，包括 1.4 MHz、3.0 MHz、5 MHz、10 MHz、15 MHz 和 20 MHz。LTE 需要支持对称或者非对称的频率规划。

1.1.9 互操作要求

LTE 系统要求能在一个地域内与 2G/3G 系统共存，LTE/2G、LTE/3G 双模终端或 LTE/2G/3G 三模终端要求能支持对 2G 和 3G 的测量和切换。在 LTE 和异系统切换时的业务中断时间要求低于 300 ms。

1.2 LTE 网络架构描述

LTE 接入网称为演进型 UTRAN (Evolved UTRAN, E-UTRAN)，相比传统的 UTRAN 架构，E-UTRAN 采用更扁平化的网络结构，如图 1-1 所示。

E-UTRAN 去除 RNC 网络节点，目的是简化网络架构和降低延时，RNC 功能被分散到了演进型 Node B (Evolved Node B, eNode B) 和服务网关 (Serving Gateway, S-GW) 中。E-UTRAN 结构中包含了若干个 eNode B，eNode B 之间底层采用 IP 传输，在逻辑上通过 X2 接口互相连接，即网格 (Mesh) 型网络结构，这样的设计主要用于支持 UE 在整个网络内的移动性，保证用户的无缝切换。每个 eNode B 通过 S1 接口连接到演进分组核心 (Evolved Packet Core, EPC) 网络的移动管理实体 (Mobility Management Entity, MME)，即通过 S1-MME 接口和 MME 相连，通过 S1-U 和 S-GW 连接，S1-MME 和 S1-U 可以被分别看作 S1 接口的

控制平面和用户平面。

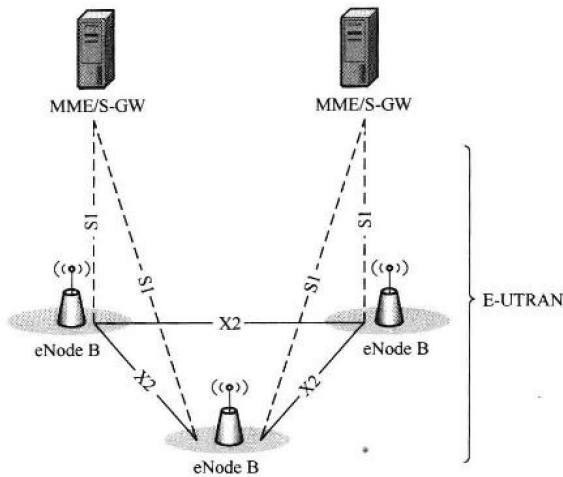


图 1-1 E-UTRAN 的网络拓扑

在 EPC 侧，S-GW 是 3GPP 移动网络内的锚点。MME 功能与网关功能分离，主要负责处理移动性等控制信令，这样的设计有助于网络部署、单个技术的演进以及全面灵活的扩容。同时，LTE/SAE 体系结构还能将 SGSN 和 MME 功能整合到同一个节点之中，从而实现一个同时支持 GSM、WCDMA/HSPA 和 LTE 技术的通用分组核心网。

1.2.1 E-UTRAN 及 EPC 功能划分

与 3G 类似，LTE 采用 E-UTRAN 与 EPC 功能相分离的方案，同时精简部分网元，合并相关功能，E-UTRAN 和 EPC 的功能划分如图 1-2 所示。

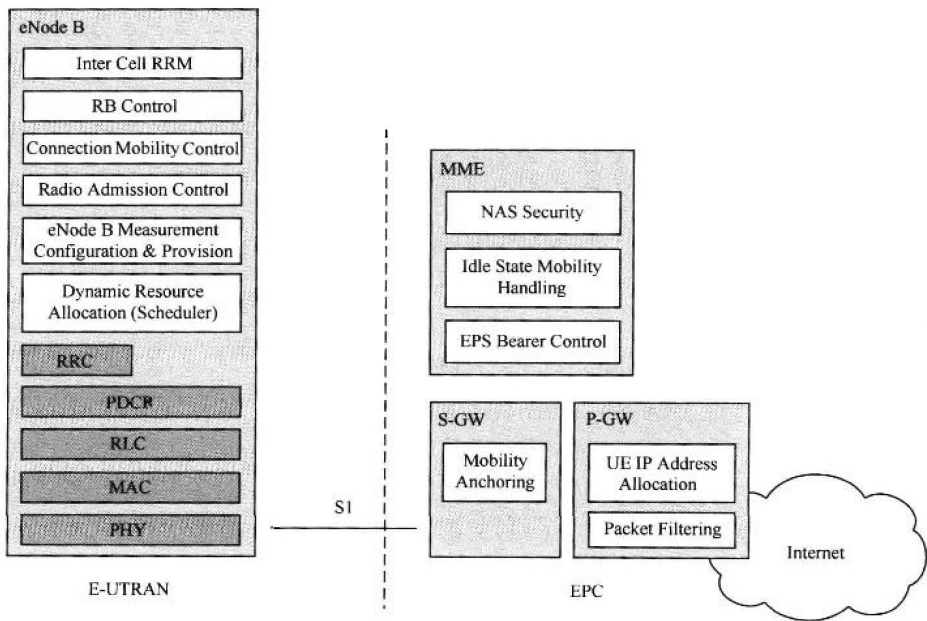


图 1-2 E-UTRAN/EPC 的功能结构

从图 1-2 可知，eNode B、MME、SGW 的功能分别如下。

(1) eNode B 功能

- 无线资源管理：无线承载控制、无线许可控制、连接移动性控制、上行和下行资源动态分配（即调度）。
- IP 头压缩和用户数据流加密。
- 当从提供给 UE 的信息中无法获知 MME 的路由信息时，选择 UE 附着的 MME。
- 用户面数据向 S-GW 的路由。
- 从 MME 发起的呼叫信息的调度和发送。
- 从 MME 或 O&M 发起的广播信息的调度和发送。

(2) MME 功能

- 将寻呼消息发送到相关的 eNode B；
- 空闲状态的移动性控制；
- SAE 承载控制；
- 非接入层信令的加密和完整性保护。

(3) SGW 功能

- 用户数据包在无线接入网的终结；
- 支持 UE 移动性的用户平面数据交换。

1.2.2 S1 和 X2 接口功能

在 LTE/SAE 架构中，eNode B 之间的接口称为 X2 接口，eNode B 与 EPC 核心网之间的接口称为 S1 接口。

1.2.2.1 X2 接口

eNode B 之间通过 X2 接口互相连接，形成了所谓 Mesh 型网络，这是 LTE 相对原来的传统移动通信网的重大变化，产生这种变化的原因在于网络结构中没有了 RNC，原有的树型分支结构被扁平化，使得基站承担更多的无线资源管理责任，需要更多地和其相邻的基站直接对话，从而保证用户在整个网络中的无缝切换。X2 接口分为用户平面和控制平面，协议架构如图 1-3 所示。

(1) 用户平面

X2 用户平面接口 X2-U 在 eNode B 之间的 IP 传输层上，采用面向非连接的 UDP 协议进行用户数据传输，在 UDP 协议之上承载 GTP-U 协议，即采用和 S1 接口相同的用户平面机制。利用 X2 接口和 S1 接口用户平面数据的相似性，采用相同的协议结构，既利用现有的成熟协议，也简化基站的协议处理要求，不必再为 X2 接口用户平面专门设计传输协议。

(2) 控制平面

与 S1-MME 接口相似，X2 控制平面接口 X2-C 的协议结构底层也采用 SCTP over IP 的机制，保证信令的可靠传输，SCTP 上层是 X2 接口的专用信令部分 X2-AP。

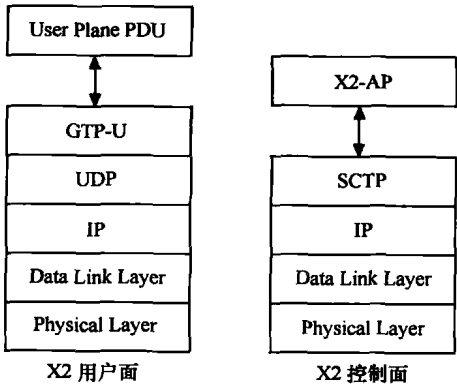


图 1-3 X2 接口协议架构

1.2.2.2 S1 接口

S1 接口位于 eNode B 和 MME/SGW 之间, 将 SAE/LTE 演进系统划分为无线接入网和核心网。沿袭承载和控制分离的思想, S1 接口分为用户平面和控制平面, 如图 1-4 所示。其中用户平面接口 S1-U 连接 eNode B 和 SGW, 用于传送用户数据和相应的用户平面控制帧。控制平面接口 S1-MME 则将 eNode B 和 MME 相连, 主要完成 S1 接口的无线接入承载控制、接口专用的操作维护等功能。

(1) 用户平面

从 S1 用户平面接口的协议栈来看, S1-U 在 IP 层之上采用面向非连接的 UDP, 即采用用户平面 PDU 不保证传送机制, 在 UDP 之上承载 GTP-U 协议, 满足 SAE/LTE 对分组核心网采用统一 GTP 协议的要求。

(2) 控制平面

S1 控制平面接口 S1-MME, 在 IP 层之上采用比 TCP 协议功能更为强大的 SCTP, 为上层 S1-AP (S1-应用部分), 即控制平面协议提供有保证的可靠传输并能支持 IP 网络上的 No.7 信令系统功能, 从而可以实现 VoIP 业务。SCTP 的另一个重要特点是对多重联外线路的支持, 一个端点可以由多于一个 IP 地址组成, 使得传输可在主机间做到透明的网络容错备援。

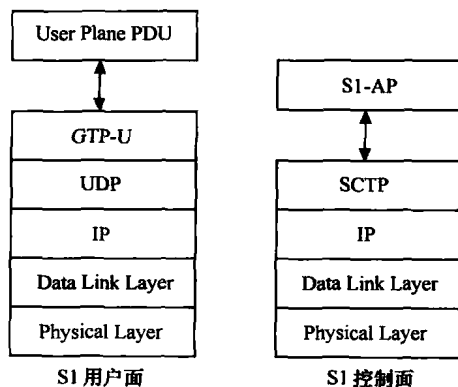


图 1-4 S1 接口协议架构

1.2.3 E-UTRAN 架构总体特点

E-UTRAN 扁平化网络架构具有网络共享、负载均衡、鲁棒性强的优点, 在网络架构和接口设计过程中, 基本遵循以下原则:

- 信令面和数据面的逻辑分割;
- RRC 连接的移动性完全由 E-UTRAN 控制;
- 当定义 E-UTRAN 接口时, 应该尽量减少接口功能划分的选项数量;
- 一个接口应该基于通过这个接口控制的实体逻辑模型来设计;
- 一个物理网元可以包含多个逻辑节点。

1.3 LTE 物理层技术基础

1.3.1 多址方式

LTE 采用正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 作为其基本传输技术。其下行采用 OFDMA 作为多址方式; 上行采用 DFT-S-OFDMA 作为多址方式, DFT-S-OFDMA 是单载波 SC-FDMA 的一种实现方式。

1.3.1.1 下行 OFDMA

OFDM 系统是一种特殊的多载波传输技术，具有诸多优势，例如频谱效率高，实现简单，抗多径传播和频率选择性衰落能力强，动态信道分配技术使系统达到最大传输速率，对脉冲干扰的抵抗能力比单载波系统强等。其基本原理是将单路高速信息数据流通过串并变换转变成多路低速的数据流在相互正交子信道中传输，即将一个较宽的频带分成若干个彼此正交的子载波，在每个子窄带上进行窄带调制和传输。每个子信道中的符号周期相对延长，可减少因无线信道多径时延扩展产生的时间弥散性对系统造成的码间干扰。另外，由于引入循环前缀（Cyclic Prefix, CP）作为保护间隔，在保护间隔大于最大多径时延扩展的情况下，可以最大限度地消除多径带来的符号间干扰（Inter Symbol Interference, ISI），易于进行时域均衡，还可避免多径带来的信道间干扰（Inter Channel Interference, ICI）。图 1-5 给出了 OFDM 发射机框架图。

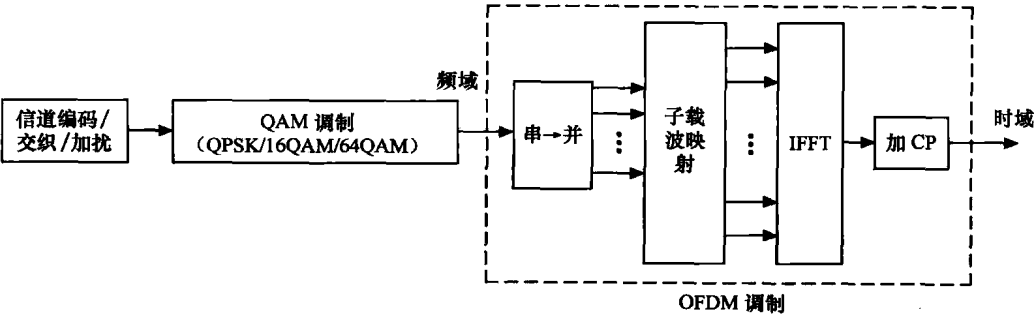


图 1-5 OFDM 发射机框架图

OFDM 技术是 LTE 系统的技术基础与主要特点，其参数设定对整个系统的性能会产生决定性的影响。其中子载波间隔、FFT 尺寸、循环前缀长度等又是 OFDM 系统的最基本参数。

OFDM 系统的子载波间隔选择取决于频谱效率和抗频偏能力的折中。显然，子载波间隔越小，频谱效率越高，但同时子载波间隔过小对多普勒频移和相位噪声过于敏感。因此 LTE 中，出于对高移动性的考虑，最终选定较宽的子载波间隔 $\Delta f=15\text{ kHz}$ ；专用载波 MBMS（Dedicated Carrier MBMS, DC-MBMS）业务的典型应用场景为低速移动，使用较小的子载波间隔 $\Delta f=7.5\text{ kHz}$ ，以降低 CP 开销，提供系统频谱效率。

LTE 支持 1.4~20 MHz 灵活带宽设计，结合选定的子载波间隔，对应的 FFT 尺寸（ FFT_{size} ）为 128~2 048，具体见表 1-1。表中不同带宽对应的采样频率可基于以下公式得到。

$$T_s=\Delta f\times FFT_{size}$$

表 1-1 FFT 尺寸和系统带宽对应关系

系统带宽		1.4 MHz	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
FFT 尺寸		128	256	512	1 024	1 536	2 048
采样频率	15 kHz	1.92 MHz	3.84 MHz	7.68 MHz	15.36 MHz	23.04 MHz	30.72 MHz
	7.5 kHz	9.6 MHz	1.92 MHz	3.84 MHz	7.68 MHz	15.36 MHz	23.04 MHz

为了支持最大覆盖范围高达 100 km 的覆盖能力，LTE 中 CP 的长度有长短 3 种选择，常规（Normal）CP（长度为 4.69 μ s）为基本选项，用于常规小区的单播系统；扩展（Extend）

CP（长度为 16.67μs， $\Delta f=15\text{ kHz}$ ），用于大小区的单播系统或者单播/MBMS 混合载波系统；还有一种超长扩展 CP（长度为 33.33μs， $\Delta f=7.5\text{ kHz}$ ），用于专用载波 MBMS（DC-MBMS）系统。具体 CP 长度见表 1-2。

表 1-2 CP 参数

配 置		符号时间长度= $\frac{1}{\Delta f}$ (μs)	CP 长度 (μs)	适用 场 景
常规 CP	$\Delta f=15\text{ kHz}$	66.67	4.69×6 5.21×1	常规小区
扩展 CP	$\Delta f=15\text{ kHz}$	66.67	16.67	大小区或单播/MBMS 混合载波
超长扩展 CP	$\Delta f=7.5\text{ kHz}$	133.33	33.33	独立载波的 MBMS

1.3.1.2 上行 DFT-S-OFDMA

DFT-S-OFDMA 是一种特殊的 OFDMA 系统，是在普通 OFDM 技术基础上增加 DFT 扩频模块得到的，即在 IFFT 调制之前对信号进行 DFT 扩展，然后在频域进行子载波映射和 OFDM 调制。这样系统发射的是时域信号，实现单载波发射，从而可以避免 OFDM 系统发送频域信号带来的高峰均比问题。图 1-6 给出了 DFT-S-OFDM 的发射机框架图。

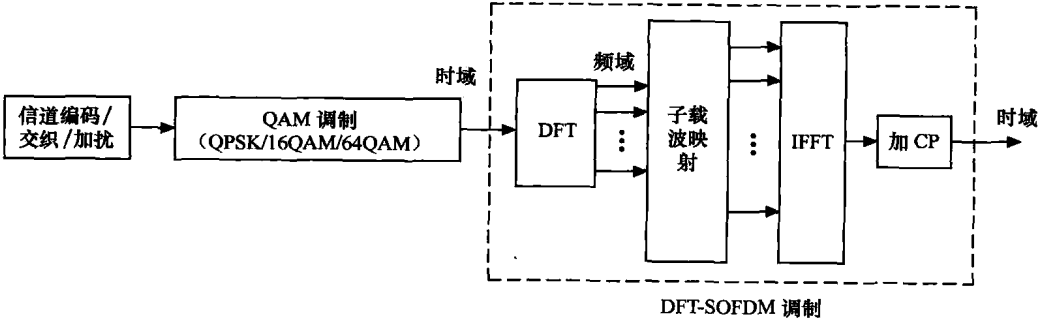


图 1-6 DFT-S-OFDM 发射机框图

在 LTE 中，之所以选择 DFT-SOFDM，即 SC-FDMA（单载波）作为上行多址方式，是因为与 OFDM 相比，DFT-SOFDM 具有单载波的特性，因而其发送信号峰均比较低，在上行功放要求相同的情况下，可以提高上行的功率效率。

1.3.2 无线帧结构

LTE 在空中接口上支持两种帧结构：帧结构类型 1（Type1）和帧结构类型 2（Type2），其中帧结构类型 1 用于 FDD，帧结构类型 2 用于 TDD，无线帧长度都为 10 ms。

1.3.2.1 帧结构类型 1

帧结构类型 1 适用于全双工和半双工的 FDD 模式，每一个 10 ms 无线帧长度分为 10 个长度为 1 ms 的子帧（Subframe），每个子帧由两个长度为 0.5 ms 的时隙组成，这些时隙的编号为 0~19，如图 1-7 所示。

对于 FDD，在每一个 10 ms 中，有 10 个子帧可以用于下行传输，并且有 10 个子帧用于上行传输，上下行传输在频域上进行分开。

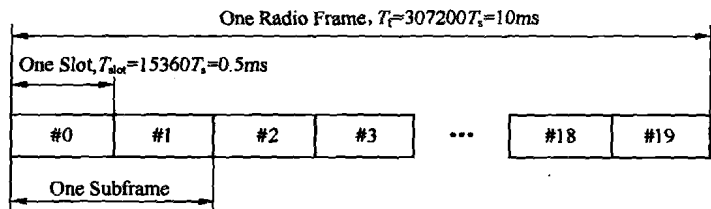


图 1-7 帧结构类型 1

1.3.2.2 帧结构类型 2

帧结构类型 2 只适用于 TDD 模式。每一个 10 ms 无线帧长度由两个长度为 5 ms 的半帧 (Half Frame) 组成，每个半帧由 5 个长度为 1 ms 的子帧组成，其中有 4 个普通的子帧和 1 个特殊子帧。普通子帧由两个 0.5 ms 的时隙组成，特殊子帧由 3 个特殊时隙 (DwPTS、GP 和 UpPTS) 组成，如图 1-8 所示。

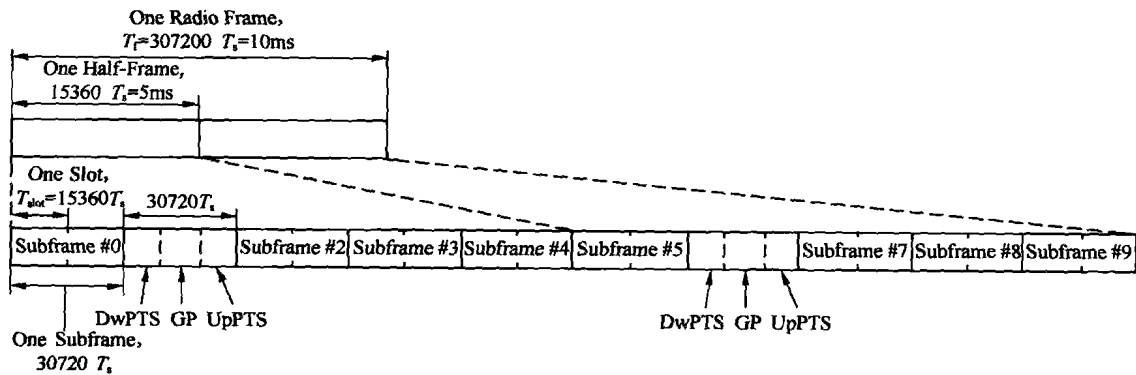


图 1-8 帧结构类型 2

(1) 特殊时隙配置

在 Type2 TDD 帧结构中，要求特殊子帧的 3 个特殊时隙 DwPTS、GP 和 UpPTS 的长度是可配置的，并且要求 DwPTS、GP 和 UpPTS 的总长度等于 1 ms。特殊时隙长度的配置选项见表 1-3。

表 1-3 时隙长度的配置选项

配置选项	常规 CP			扩展 CP		
	DwPTS	GP	UpPTS	DwPTS	GP	UpPTS
0	3	10	1	3	8	1
1	9	4	1	8	3	1
2	10	3	1	9	2	1
3	11	2	1	10	1	1
4	12	1	1	3	7	2
5	3	9	2	8	2	2
6	9	3	2	9	1	2
7	10	2	2	—	—	—
8	11	1	2	—	—	—

DwPTS 的长度为 3~12 个 OFDM 符号，其中，主同步信道位于第三个符号，相应地，在这个特殊子帧中 PDCCH 的最大长度为两个符号。UpPTS 的长度为 1~2 个 OFDM 符号。GP 用于上下行的转换，主要由“传输时延”和“设备收发转换时延”构成。GP 灵活可配，长度为 1~10 个 OFDM 符号长度（常规 CP），或者 1~8 个 OFDM 符号长度（扩展 CP），满足“5 km 内性能最优，10~30 km 有微小性能损失，30~100 km 能够支持业务”的需求。

(2) 上下行配比选项

LTE TDD 支持 5 ms 和 10 ms 的上下行子帧切换周期。表 1-4 给出了 7 种不同的上下行配比选项，在广播消息 SIB1 中使用 3 bit 指示 TDD 的上下行配比信息。其中 D 表示用于下行传输的子帧，U 表示用于上行传输的子帧，S 表示包含 DwPTS、GP 和 UpPTS 的特殊子帧。其中，子帧 0、子帧 5 以及 DwPTS 永远预留为下行传输。在 5 ms 切换周期情况下，UpPTS、子帧 2 和子帧 7 预留为上行传输。在 10 ms 切换周期情况下，DwPTS 在两个半帧中都存在，但是 GP 和 UpPTS 只在第一个半帧中存在，在第二个半帧中的 DwPTS 长度为 1 ms。UpPTS 和子帧 2 预留为上行传输，子帧 7 和子帧 9 预留为下行传输。图 1-9 给出了表 1-4 中所列 7 种选项的图解示意。

表 1-4

LTE TDD 上下行配比选项

上下行配置	转换点周期 (ms)	子 帧 号									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

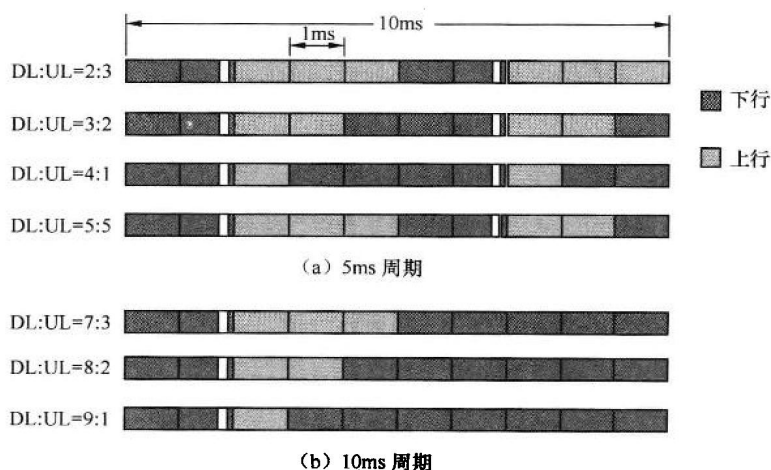


图 1-9 LTE TDD 上下行配比选项图解示意

1.3.3 物理基本资源与分配

1.3.3.1 物理基本资源

(1) 资源栅格 (Resource Grid)

一个时隙中传输的信号可以用一个资源栅格来描述，上行资源栅格的大小为 $N_{RB}^{UL} \times N_{sc}^{RB}$ 个子载波和 N_{sym}^{DL} 个 SC-FDMA 符号，如图 1-10 所示，下行资源栅格的大小为 $N_{RB}^{UL} \times N_{sc}^{RB}$ 个子载波和 N_{sym}^{DL} 个 OFDM 符号，如图 1-11 所示。其中 N_{RB}^{UL} 和 N_{RB}^{DL} 分别指示上行和下行资源块 (Resource Block, RB) 的数目，取决于传输带宽的配置，最小为 6，最大为 110，分别对应最小和最大的传输带宽。不同带宽下最多可用 RB 的个数见表 1-5。

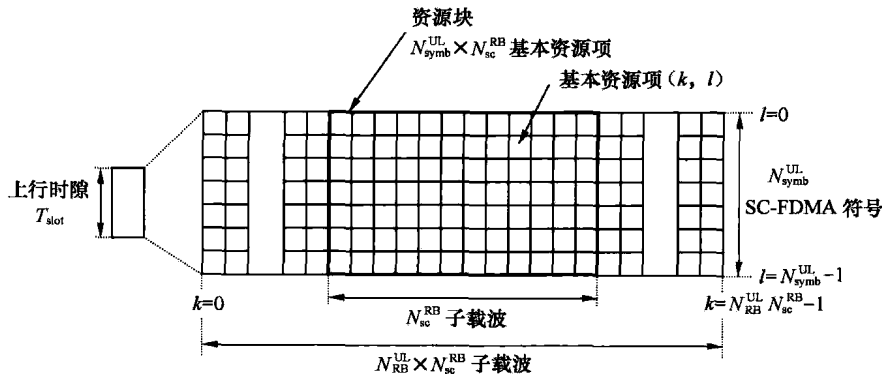


图 1-10 上行资源栅格

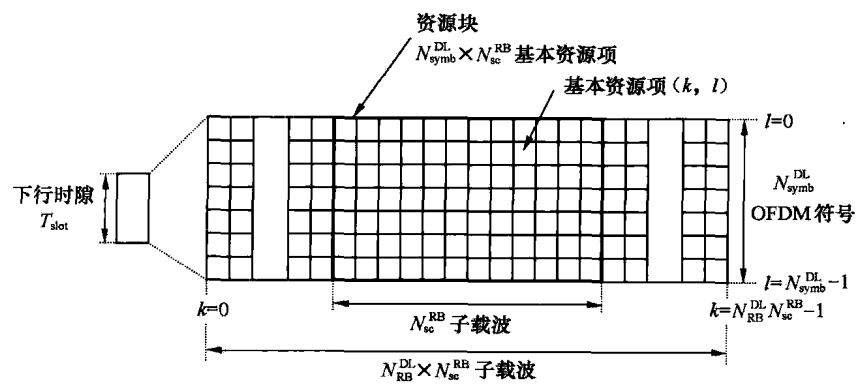


图 1-11 下行资源栅格

表 1-5 不同带宽下最多可用 RB 的个数

信道带宽 (MHz)	1.4	3	5	10	15	20
最大可用 RB 数目	6	15	25	50	75	110

(2) 资源块

一个 RB 在时域上对应于一个时隙，在频域上对应于 N_{sc}^{RB} 个连续的子载波，即 180 kHz，图 1-10 和图 1-11 中用粗线围成的范围即表示一个资源块的大小，具体资源块参数见表 1-6。