

# TD-LTE 网络与 TD-SCDMA 共存时特殊子帧的配置研究

王乐<sup>1</sup> 贺月华<sup>2</sup>

(1 中国移动通信设计院有限公司无线所 2 北京理工大学)

**【摘要】** TD-LTE 与 TD-SCDMA 系统同频段共存时, 为避免交叉时隙干扰, 要求 TD-LTE 系统与 TD-SCDMA 系统上下行时隙转换点对齐。按照 3GPP 标准现有的配置模式, 将空置 6 至 8 个 TD-LTE OFDM 符号的资源。结合我国 TD-SCDMA 网络现状及 TD-LTE 可能的引入方式, 本文对规避交叉时隙干扰的方法进一步分析研究, 提出了新的配置模式, 有利于提高频谱效率。

**关键词:** TD-LTE、TD-SCDMA、交叉干扰、吞吐量、资源利用效率

**【Abstract】** When using the frequency band of TD, to avoid the cross-slot interference(CSI), the change point of uplink and downlink must be synchronous. However, the configuration that 3GPP suggests is not efficient enough, wasting about 6 or 8 OFDM symbols. Based on the existing TD-SCDMA network and the deployment strategy of TD-LTE in china, this paper analyses and promotes new schemes for the special subframe of TD-LTE, to optimise the spectral efficiency.

**Key Words:** TD-LTE, TD-SCDMA, Cross-slot interference, Throughput, Spectral efficiency

## 一、背景

TD-LTE 技术是 TD-SCDMA 技术的演进与发展, 目前已进入规模试验阶段。结合我国 TD-SCDMA 网络现状及 TD-LTE 技术试验情况, 在 F 频段: 1880MHz-1920MHz 和 E 频段: 2320MHz-2370MHz, TD-SCDMA 网络与 TD-LTE 网络有共存的可能。此时为避免交叉干扰, 要求 TD-LTE 系统与 TD-SCDMA 系统上下行时隙转换点对齐, 目前一般通过配置 TD-LTE 特殊子帧实现, 按照 3GPP 标准现有的配置模式, 将空置 6 至 8 个 TD-LTE OFDM 符号的资源, 对网络容量有一定影响。

本文针对 TD-SCDMA 和 TD-LTE 的帧结构, 在研究现有避免交叉时隙干扰方法的基础上, 提出了特殊子帧优化配置模式, 以提高系统频谱利用率。

## 二、TD-SCDMA 帧结构分析

TD-SCDMA 的帧长 10ms，分成两个 5ms 子帧，这两个子帧的结构完全相同。如图 1 所示，一个子帧含 6400chips（CDMA 码片），分为 7 个常规时隙和 3 个特殊时隙，其中每个常规时隙含 864chips，特殊时隙含 352chips，包括 DwPTS（下行导频时隙、96chips）、GP（保护时隙、96chips）和 UpPTS（上行导频时隙、160chips）。

7 个常规时隙中，Ts0 总是分配给下行用于承载广播及下行控制信息，而 Ts1 总是分配给上行链路，主要承载上行控制信息；剩余 5 个时隙被转换点 2 划分给上行和下行。显然，TD-SCDMA 系统每 5ms 子帧均有 2 个上下行时隙转换点（GP 处的转换点 1 和转换点 2）。通过调整转换点 2，可以灵活的支持上下行非对称业务。目前，TD-SCDMA 全网均配置为 2：4（Ts1、Ts2 上行，Ts3-Ts6 下行）。

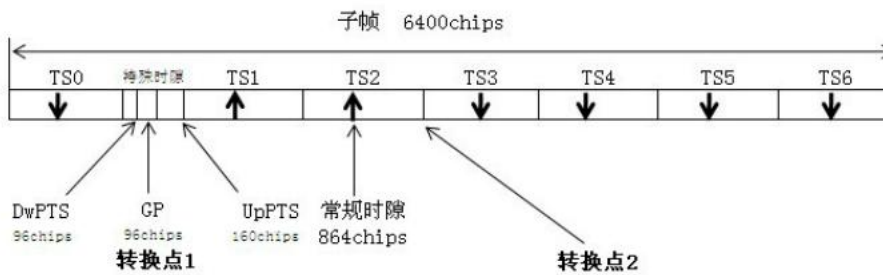


图 1 TD-SCDMA 子帧的结构

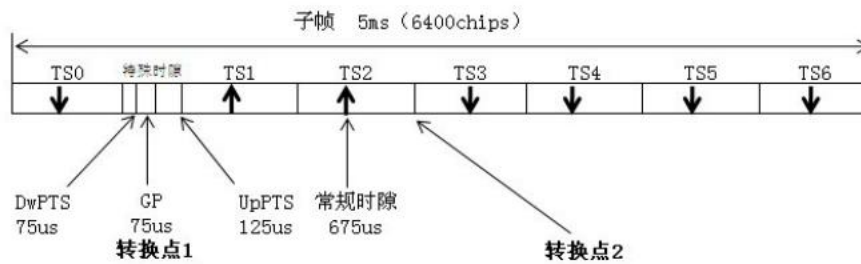


图 2 TD-SCDMA 各时隙长度

## 三、TD-LTE 帧结构分析

TD-LTE 技术帧长为 10ms，包含 2 个 5ms 的半帧（类比于 TD-SCDMA 技术的子帧）；这两个半帧的结构可以相同也可以不同，如图 3 所示。每个半帧又包含 5 个 1ms 子帧（类比于 TD-SCDMA 技术的时隙），其中前半帧的第二个子帧必须配置为特殊子帧，用于承载 DwPTS、GP 和 UpPTS 信号。

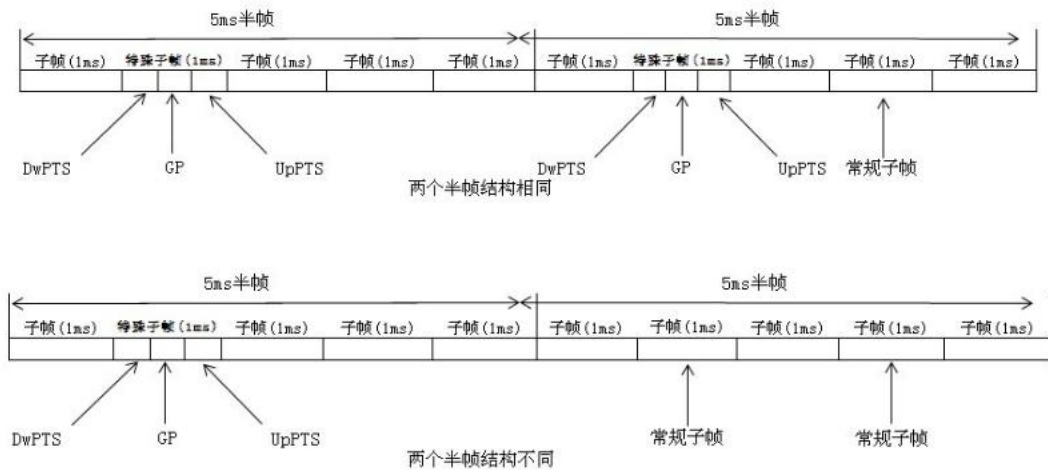


图 3 TD-LTE 两种典型的帧结构

3GPP 建议的 TD-LTE 的子帧配比共 7 种，子帧 0、子帧 5 始终配置给下行，具体如下：

7种时隙配比	上下行转换周期	第一个半帧					第二个半帧				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5ms	DW	特殊	UP	UP	UP	DW	特殊	UP	UP	UP
1	5ms	DW	特殊	UP	UP	DW	DW	特殊	UP	UP	DW
2	5ms	DW	特殊	UP	DW	DW	DW	特殊	UP	DW	DW
3	10ms	DW	特殊	UP	UP	UP	DW	DW	DW	DW	DW
4	10ms	DW	特殊	UP	UP	DW	DW	DW	DW	DW	DW
5	10ms	DW	特殊	UP	DW	DW	DW	DW	DW	DW	DW
6	10ms	DW	特殊	UP	UP	UP	DW	特殊	UP	UP	DW

表 1 TD-LTE 上下行的配置

特殊子帧（子帧 1 和子帧 6）共包含 14 个 OFDM 符号（采用常规 CP 时）或 12 个 OFDM 符号（采用扩展 CP 时），其配置共有 16 种，具体如下：

特殊子帧配置	常规 CP			扩展 CP			
	DwPTS	GP	UpPTS	DwPTS	GP	UpPTS	
0	3	10	1	3	8	1	
1	9	4		8	3		
2	10	3		9	2		
3	11	2		10	1		
4	12	1		3	7		
5	3	9	2	8	2	2	
6	9	3		9	1		
7	10	2		-	-		-
8	11	1		-	-		-

表 2 TD-LTE 特殊子帧的 9 种配置

#### 四、交叉干扰规避方法

为避免 TD-LTE 和 TD-SCDMA 间的交叉-干扰，需保证其帧结构中的上下行时隙转换点对齐。TD-LTE 和 TD-SCDMA 第一个转换点采用 GP 保护间隔的方式将上下行分开（以下简称“GP 转换点”），第二个转换点为瞬间转换（以下简称“瞬间转换点”）。

##### （一）瞬间转换点的对齐

TD-SCDMA 网络帧结构以 5ms 为一个周期，目前采用 2: 4 的上下行配比，为了避免 TD-LTE 与 TD-SCDMA 的交叉干扰，TD-LTE 只有采用子帧配比模式 2。

如图 2 所示，TD-SCDMA 系统的瞬间转换点距帧头  $2300\mu s$ ；TD-LTE 系统配比模式 2 的瞬间转换点距帧头  $3000\mu s$ 。为了实现瞬间转换点的对齐，要求 TD-LTE 的帧头前置  $700\mu s$ 。如下图：

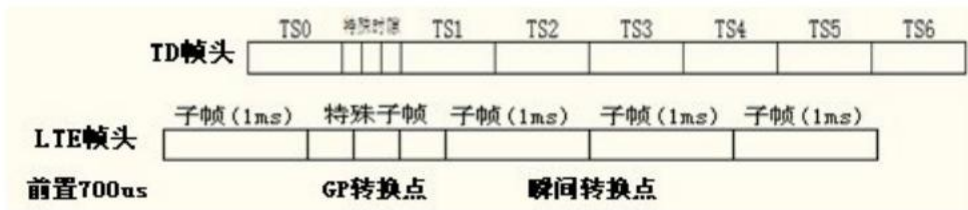


图 4 TD-LTE 和 TD-SCDMA 帧头的相对位置

##### （二）GP 转换点的对齐

TD-SCDMA GP 位置和宽度固定（见图 2），距离帧头  $750\mu s$ ，长度为  $75\mu s$ ；即其相对于帧头的时间区域为  $[750\mu s, 825\mu s]$ 。TD-LTE 的 GP 位置和宽度共有 16 种配置（见表 2），各配置中 GP 相对于 LTE 帧头的时间范围如下：

特殊子帧配置模式	常规循环前缀 (us)			扩展循环前缀 (us)		
	GP 的起始点	GP 长度	GP 的终点	GP 的起始点	GP 长度	GP 的终点
0	1215	714	1929	1250	667	1917
1	1643	285		1667	250	
2	1715	214		1750	167	
3	1786	143		1833	83	
4	1857	71		1250	583	
5	1215	643	1857	1667	167	1833
6	1643	214		1750	83	
7	1715	143		-	-	-
8	1786	71		-	-	-

表 3 TD-LTE GP 相对于帧头的位置

如果以 TD-SCDMA 帧头作为相对时间起点，TD-LTE GP 的时间范围如下：

特殊子帧配置模式	常规循环前缀 (us)			扩展循环前缀 (us)			
	GP 的起始点	GP 长度	GP 的终点	GP 的起始点	GP 长度	GP 的终点	
0	515	714	1229	550	667	1217	
1	943	285		967	250		
2	1015	214		1050	167		
3	1086	143		1133	83		
4	1157	71		550	583		
5	515	643	1157	967	167	1133	
6	943	214		1050	83		
7	1015	143		-	-		-
8	1086	71		-	-		-

表 4 TD-LTE GP 相对于 TD 帧头的位置

由图 4 可得，只要 TD-LTE 下行 DwPTS 或上行 UpPTS 跨越 TD-SCDMA GP 范围，即当 TD-LTE GP 的起始点大于 TD-SCDMA GP 的终点  $825\mu s$ ，或 TD-LTE GP 的终点小于 TD-SCDMA GP 的起始点  $750\mu s$ ，两系统间就会出现交叉干扰。因此根据表 4，对于常规时隙，只有配置模式 0 和 5 能避免交叉干扰；对于扩展 CP，只有配置模式 0 和 4 能避免。其他模式中 TD-LTE GP 的起始点均大于 TD-SCDMA GP 的终点  $825\mu s$ ，都将导致 TD-LTE 基站的下行信号对 TD-SCDMA 基站的上行形成交叉干扰。

此外，常规 CP 的配置模式 5 比模式 0 的 GP 更短，少占用 1 个 OFDM 符号（含 CP，约  $71\mu s$ ），这样上行 UpPTS 能多一个符号来承载控制信息，故一般情况下采用配置模式 5；对于扩展 CP，采用配置模式 4。

## 五、提升 TD-LTE 特殊子帧的利用率

TD-LTE 针对数据业务需求，主要部署数据业务密度高的密集城区，站距小，不需要配置过大的 GP 保护间隔。现有的 3GPP 标准的特定配置方式，虽然可以避免交叉干扰，但特殊子帧的 GP 过长，下面针对常规 CP 的配置模式 5 进行分析，提出改进方案。

根据图 2 和表 4，可以得到配置 5 中 TD-LTE 特殊子帧（14 个 OFDM 符号）和 TD-SCDMA 特殊时隙的位置关系：



图 5 常规 CP 配置 5 中 TD-LTE 特殊子帧和 TD GP 的相对位置关系

图中 LTE 特殊子帧的前 3 个符号用于承载 DwPTS，最后 2 个符号用于承载 UpPTS；中间 9 个符号（符号 4 至符号 12）均为 GP。当对保护间隔要求不高时，过长的 GP 将造成资源浪费；另外，只要将符号 7 或符号 8 配置为 GP，即可避免和 TD 的交叉时隙干扰。故建议常规时隙的配置模式 5 改进为（表中数字表示符号数）：

改进前后的对比（单位：OFDM 符号）			
	DwPTS	GP	UpPTS
3GPP 标准中的配置	3	9	2
改进方法 1	7	1	6
改进方法 2	6	1	7

表 5 对常规 CP 配置模式 5 的改进

这样，承载 DwPTS 的符号数从 3 个增加到 7 个或 6 个，承载 UpPTS 的符号数从 2 个增加到 6 个或 7 个。可以增加上下行控制信令或数据的发送数量，从而提升整个 LTE 系统的容量。

同理，建议扩展 CP 的配置模式 4 改进为：

改进前后的对比（单位：OFDM 符号）			
	DwPTS	GP	UpPTS
3GPP 标准中的配置	3	7	2
改进方法 1	6	1	5
改进方法 2	5	1	6

表 6 对扩展 CP 配置模式 4 的改进

此时，DwPTS 和 UpPTS 时隙的容量提升较大。

## 六、总结

基于 TD-LTE 和 TD-SCDMA 的帧结构，本文详细分析了避免两系统间交叉干扰的配置方法，并对现有 3GPP 标准中的配置模式提出了改进建议，使 TD-LTE 整体资源利用效率提高了约 9%，从而提升了整个 TD-LTE 系统的系统容量。

## 七、参考文献

(1) 《3GPP 长期演进 (LTE) 技术原理与系统设计》，沈嘉、索士强、全海洋等；人民邮电出版社；2009 年 3 月。

(2) 《TD-SCDMA 第三代移动通信系统标准》，李世鹤；人民邮电出版社；2004 年 2 月。

(3) 3GPP TS 36.211 V8.8.0. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and modulation (Release 8).