

第十四课：LTE 物理信道

一、上行物理信道处理流程

LTE 的上行传输是基于SC-FDMA 的，LTE 定义了3 个上行物理信道，即物理上行共享信道(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)、物理上行控制信道(Physical Uplink Control Channel, PUCCH)、物理随机接入信道(Physical Random Access Channel, PRACH)。下面将对上行时隙物理资源粒子、上行物理信道基本处理过程流程及各个信道具体处理流程作详细描述。

1. 上行时隙结构和物理资源定义

(1) 资源栅格

上行传输使用的最小资源单位叫做资源粒子 (Resource Element, RE)，在RE 之上，还定义了资源块 (Resource Block, RB)，一个RB 包含若干个RE。在时域上最小资源粒度为一个SC-FDMA 符号，在频域上最小粒度为子载波。子载波数与带宽有关，带宽越大，包含的子载波越多。上行的子载波间隔 Δf 只有一种，15kHz。上行资源栅格图如图1 所示。

上行最小资源单位是资源粒子，时域上最小资源粒度为一个SC-FDMA符号，频域上最小粒度为子载波

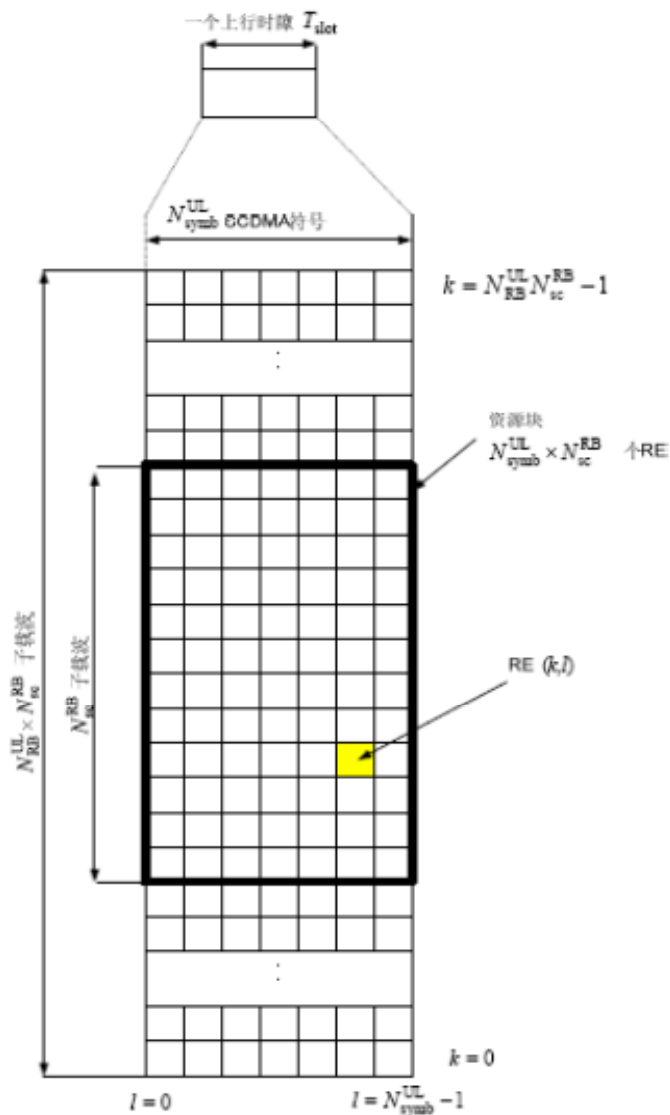


图1 上行资源栅格

(2) 资源粒子

资源栅格中的最小单元为资源粒子(RE)，它由时域SC-FDMA 符号和频域子载波唯一确定。

(3) 资源块

一个资源块RB 由 N_{symb} 个在时域上连续的SC-FDMA 符号以及 N_{sc} 个在频域上连续的子载波构成。

2. 上行物理信道基本处理流程

上行物理信道基本处理流程如图2 所示：

- 1) 加扰：对将要在物理信道上传输的码字中的编码比特进行加扰。
- 2) 调制：对加扰后的比特进行调制，产生复值调制符号。

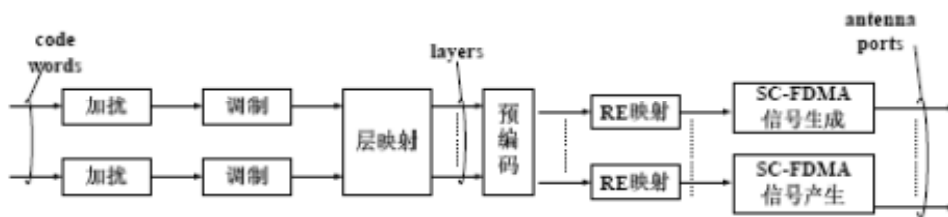


图2 上行物理信道基本处理流程

- 3) 层映射：将复值调制符号映射到一个或者多个传输层。
- 4) 预编码：对将要在各个天线端口上发送的每个传输层上的复数值调制符号进行预编码。
- 5) 映射到资源元素：把每个天线端口的复值调制符号映射到资源元素上。
- 6) 生成SC-FDMA 信号：为每个天线端口生成复值时域的SC-FDMA 符号。

3. PUSCH 处理流程

PUSCH 处理流程如图3所示：

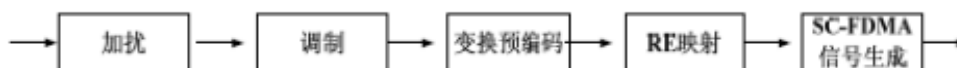


图3 PUSCH 处理流程

各操作具体步骤如下：

(1) 加扰

为了使传输的比特随机化，提高传输性能，需要对传输的数据进行比特级的加扰。具体的方法是采用一个伪随机序列与需要传输的比特序列进行模2 加，从而达到使传输的比特随机化得目的。对于ACK/NACK 和RI (Rank Indication) 这种比特数较少的信源来说，加扰的目的是为了保证调制时具有最大的欧式距离，以获得更好的解调性能。

(2) 调制

加扰后的比特块将被调制成复值符号块。PUSCH 可用的调制方式包括QPSK、16QAM、64QAM。

(3) 变换预编码

为了获得单载波特性，将复值符号块进行分组，每组对应一个SC-FDMA 符号。变换预编码按照如下公式进行：

$$z(l \cdot M_{sc}^{PUSCH} + k) = \frac{1}{\sqrt{M_{sc}^{PUSCH}}} \sum_{i=0}^{M_{sc}^{PUSCH}-1} d^{(i)}(l \cdot M_{sc}^{PUSCH} + i) e^{-j \frac{2\pi i k}{M_{sc}^{PUSCH}}}$$

$$k = 0, \dots, M_{sc}^{PUSCH} - 1$$

$$l = 0, \dots, M_{symb} / M_{sc}^{PUSCH} - 1$$

预编码后形成复值调制符号块 $Z(0), \dots, Z(M_{symb} - 1)$ ，此过程实际上就是在OFDM调制之前在每个组内进行一个离散傅里叶变换（DFT），以达到上行单载波目的。

(4) RE 映射

复值调制符号块 $Z(0), \dots, Z(M_{\text{Symb}} - 1)$ 将被乘以幅放大因子 β_{PUSCH} 以调整发送功率 P_{PUSCH} ，然后从 $z(0)$ 开始映射至分配给PUSCH 传输的物理资源块中进行传输。映射的顺序是按先频域后时域的规则来进行的，即从子帧的第一个时隙开始，先是 k 的增加，然后是 l 的增加。

(5) **生成SC-FDMA 信号**: 为每个天线端口生成复值时域的SC-FDMA 符号。

4. PUCCH 处理流程

PUCCH 用于承载上行控制信息。PUCCH 永远不会与PUSCH 同时传输，用户在没有PUSCH 传输的上行子帧中，利用PUCCH 传输与该用户下行数据相关的上行控制信息（UCI）。这些信息包括ACK/NACK、CQI/PMI/RI 以及SR。

由于PUCCH 上可传输多种UCI，因此存在多种PUCCH 格式，不同的PUCCH 格式对应不同的传输结构，以支持不同的信息传输。不同格式的PUCCH 所采用的调制方式也不同。PUCCH 支持的格式如图4 所示。

PUCCH 格式	用途	调制方式	每子帧比特数 (M_{bit})
1	SR	N/A	N/A
1a	ACK/NACK	BPSK	1
1b	ACK/NACK	QPSK	2
2	CQI	QPSK	20
2a	CQI+ACK/NACK	QPSK+BPSK	21
2b	CQI+ACK/NACK	QPSK+QPSK	22
3	CQI+ACK/NACK	QPSK	48

图4 PUCCH 支持格式

所有的PUCCH 格式在每一个符号中使用一个序列的循环移位。

5. PRACH 处理流程

PRACH 用于承载随机接入前导（Preamble）序列的发送，基站通过序列的检测以及后续的信令交流，建立起**上行同步**。随机接入前导格式、前导序列的产生、随机接入过程在前面课程有详细描述，这里就不再描述了。

6. 上行参考信号

上行支持以下两种类型的参考信号（Reference Signal, RS）

- (1) 解调参考信号：与PUSCH 或者PUCCH 传输有关。
- (2) 探测用参考信号：与PUSCH 或者PUCCH 传输有关。

解调用参考信号和探测用参考信号使用相同的基序列集合。

7. SC-FDMA 基带信号的产生

本节的描述适用于除了PRACH 之外的所有上行物理信号和物理信道。一个上行时隙中的第 l 个SC-FDMA 符号对应的时间连续信号为：

$$s_l^{(p)}(t) = \sum_{k=-\lfloor N_{RB}^{UL} N_{sc}^{RB}/2 \rfloor}^{\lfloor N_{RB}^{UL} N_{sc}^{RB}/2 \rfloor - 1} a_{k^{(-)}}^{(p)} \cdot e^{j2\pi(k+1/2)\Delta f(t - N_{CP,l}T_s)}, \quad 0 \leq t < (N_{CP,l} + N) \times T_s$$

二、下行物理信道处理流程

LTE 的下行传输是基于FDMA 的，LTE 定义了6 个下行物理信道，即物理下行共享信道（Physical Downlink Shared Channel, PDSCH）、物理广播信道（Physical Broadcast Channel, PBCH）、物理多播信道（Physical Multicast Channel, PMCH）、物理控制格式指示信道（Physical Control Format Indicator Channel, PCFICH）、物理下行控制信道（Physical Downlink Control Channel, PDCCH）、物理HARQ 指示信道（Physical Hybrid ARQ Indicator Channel, PHICH）。下面将对下行时隙物理资源粒子、下行物理信道基本处理流程及各个信道具体处理流程作详细描述。

1. 下行时隙结构和物理资源定义

（1）资源栅格

在资源划分上，RB, RE 等概念与上行一致。区别在于下行支持MBSFN，上行子载波间隔 Δf 只有15kHz 一种，而下行的子载波间隔 Δf 有15kHz 和7.5kHz 两种，当子载波间隔为 7.5kHz 时，每个时隙由3 个OFDM 符号组成。下行资源栅格图如图5所示。

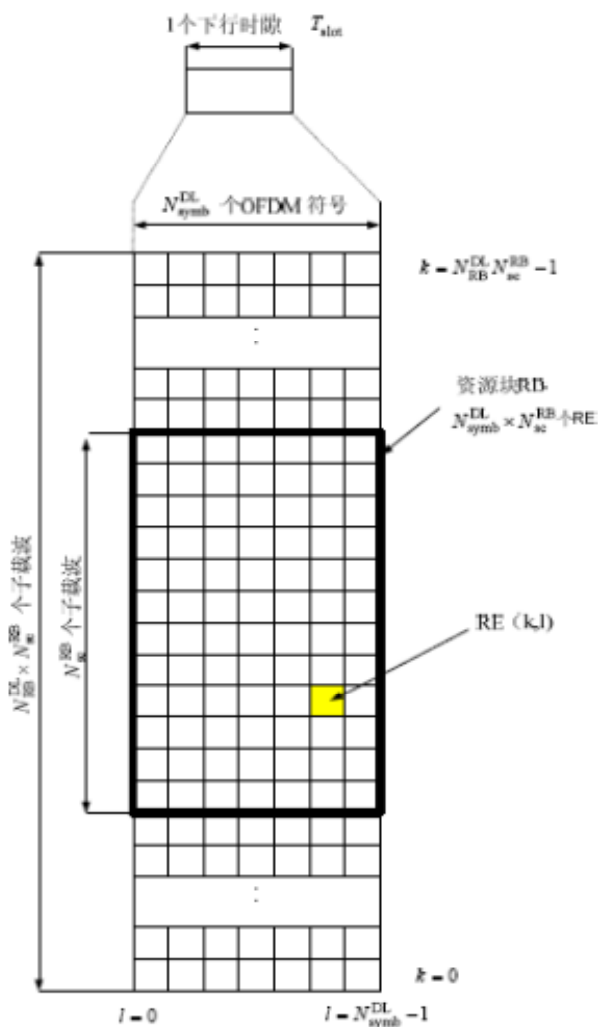


图5 下行资源栅格

在多天线传输的情况下，每一个天线端口对应一个资源栅格，而每个天线端口由与其相关的参考信号来定义。注意，这里的天线端口与物理天线不是直接对应的，与具体采用的MIMO技术有关。一个小区中支持的天线端口集合取决于参考信号的配置。

- 1) 小区专用 (Cell-specific) 的参考信号，与非MBSFN 传输相关联，支持1 个、2 个和4 个天线端口配置，天线端口序号分别满足 $p = 0$ 、 $p \in \{0, 1\}$ 和 $p \in \{0, 1, 2, 3\}$ 。
- 2) MBSFN 参考信号，与MBSFN 传输相关联，在天线端口 $p = 4$ 上传输。
- 3) 终端专用参考信号，在天线端口 $p = 5$ 上传输。

(2) 资源粒子

资源粒子 (RE) 是天线端口 p 上的资源栅格中的最小单元，它通过索引对 (k, l) 来进行唯一标识，在天线端口 p 上的每一资源粒子 (k, l) 对应于一个复数。在不导致混淆的情况下，索引的标识可以被省略。

(3) 资源块

资源块用于描述物理信道到资源单元的映射，下行RB 的定义与上行一致。

(4) 虚拟资源块

因为下行支持集中式 (Localized) 和分布式 (Distributed) 两种映射方式，LTE定义了两种类型的虚拟资源块：分布式传输的虚拟资源块和集中式传输的虚拟资源块。一个子帧中两个时隙上的一对虚拟资源块共同用一个独立虚拟资源块号 n_{VRB} 进行标识。

(5) 资源粒子组 (Resource Element Group, REG)

资源粒子组用于定义控制信道到资源粒子的映射。

一个资源粒子组由资源粒子序号组 (k', l') 表示，且其中最小组内序号为 k ，一个资源粒子组中的所有资源粒子具有相同的序号 l 。一个资源粒子组中的资源粒子集合 (k, l) 取决于配置的小区专用参考信号数目。

2. 下行物理信道基本处理流程

下行物理信道基本处理流程如图6 所示：

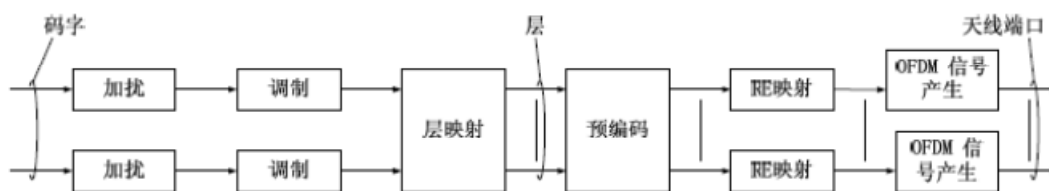


图6 下行物理信道基本处理流程

- 1) 加扰：对将要在物理信道上传输的每个码字中的编码比特进行加扰。
- 2) 调制：对加扰后的比特进行调制，产生复值调制符号。
- 3) 层映射：将复值调制符号映射到一个或者多个传输层。
- 4) 预编码：对将要在各个天线端口上发送的每个传输层上的复制调制符号进行预编码。
- 5) 映射到资源元素：把每个天线端口的复值调制符号映射到资源元素上。
- 6) 生成OFDM 信号：为每个天线端口生成复值的时域OFDM 符号。

这里只简单述说一下预编码和RE映射。

预编码

LTE 中的MIMO 预处理功能主要定义在预编码模块中。

- ① 对于单端口传输而言，预编码的作用仅仅是一个简单的一对一映射。
- ② 对于传输分集而言，预编码模块实现了SFBC (2CRS 端口的情况) 或FSTD/SFBC (4CRS 的情况) 传输分集。
- ③ 对于开环空间复用，预编码实现了层之间的数据混合、CDD 传输以及盲预编码功能。
- ④ 对于闭环空间复用 (包括Rank1 的情况) 与MU-MIMO，规范中定义的预编码模块实现了基于码本的预编码。
- ⑤ 对于基于专用导频的传输，预编码只完成层到专用导频端口的一对一映射，而实际的波

束赋形功能通过天线端口到物理天线的映射模块实现。

RE 映射

- 1) 映射的物理资源块与分配的用于传输的虚拟资源块相对应。
- 2) 映射的RE 位置不用于PBCH、同步信号或小区专用参考信号、MBSFN 参考信号或用户专用参考信号的传输。
- 3) 一个子帧中的第一个时隙的索引 l 满足 $l \geq l_{\text{DataStart}}$ 。
- 4) 不映射到PDCCH 所处的OFDM 符号上。

映射顺序为：从第一子帧的第一个时隙开始，在每个RB 上先以 k 递增的顺序映射，再以 l 递增的顺序映射。

3. PDSCH 处理流程

PDSCH 处理流程按照下行物理信道基本处理流程进行，同时遵循以下几点原则：

- 1) 在没有UE 专用参考信号的资源块中，PDSCH 与PBCH 在同样的天线端口上传输，端口集合为 $\{0\}$ ， $\{0, 1\}$ 或 $\{0, 1, 2, 3\}$ 。
- 2) 在传输UE 专用参考信号的资源块中，PDSCH 将在天线端口 $\{5\}$ ， $\{7\}$ ， $\{8\}$ ，或 $p \in \{7, 8, \dots, v + 6\}$ 上传输， v 为PDSCH 传输的层数目。

4. PMCH 处理流程

下行多播信道用于在单频（Single Frequency Network）网络中传输MBMS，网络中的多个小区在相同的时间及频带上发送相同的信息，多个小区发来的信号可以作为多径信号进行分集接收。PMCH 处理流程按照下行物理信道基本处理流程进行，同时遵循以下几点原则：

- 1) 没有对传输分集方案进行标准化。
- 2) 层映射和预编码在单天线端口的条件下进行，并且传输使用的天线端口号为4。
- 3) PMCH 只能在MBSFN 子帧的MBSFN 区域上传输。
- 4) PMCH 只使用扩展CP 进行传输。

5. PBCH 处理流程

物理广播信道是用来承载主系统信息块（MIB, Master Information Block）信息，传输用于初始接入的参数。为了保证PBCH 的接收性能，PBCH 中承载的信息比特数比较少，只有24bit，是接入系统所必须的系统参数，包括下行带宽信息、小区物理HARQ指示信道（PHICH, Physical Hybrid ARQ Indicator Channel）配置、系统帧号（SFN, System Frame Number）。

6. PCFICH 处理流程

物理控制格式指示信道承载一个子帧中用于PDCCH传输的OFDM符号个数信息，在一个子帧中可以用于传输PDCCH 的OFDM 符号集合个数如图7 所示。

子帧	较大带宽情况下 ($N_{RB}^{DL} > 10$) 的 OFDM 符号个数	较小带宽情况下 ($N_{RB}^{DL} \leq 10$) 的 OFDM 符号个数
TDD 子帧 1 和子帧 0	1, 2	2
对于支持 PMCH+PDSCH 的混合载波 MBSFN 子帧, 1 或 2 天线端口情况下	1, 2	2
对于支持 PMCH+PDSCH 的混合载波 MBSFN 子帧, 4 天线端口情况下	2	2
对于不支持 PMCH+PDSCH 混合载波 MBSFN 子帧	0	0
其他情况	1, 2, 3	2, 3, 4

图7: 用于PDCCH 传输的OFDM 符号个数

因为用户需要先知道控制区域的大小, 才能进行相应的数据解调, 因此将PCFICH始终映射在子帧的第1 个OFDM 符号上。为了保持PCFICH 接收的正确性, 4 个REG的位置均匀分布在第1 个控制符号上, 相互之间相差1/4 带宽, 通过这种频率分集增益来保证PCFICH 的接收性能。另外, 为了随机化小区间的干扰, 第1 个REG 的位置取决于小区ID。

7. PDCCH 处理流程

物理下行控制信道 (PDCCH) 用来承载下行控制的信息 (Downlink Control Information, DCI), 如上行调度信令、下行数据传输指示、公共控制信息等。与其他控制信道的资源映射以REG 为基本单位不同, PDCCH 资源映射的基本单位是控制信道单元 (Control Channel Element, CCE)。CCE 是一个逻辑单元, 1 个CCE 包含9 个连续的REG。

PDCCH 格式是PDCCH 在物理资源上的映射格式, 与PDCCH 的内容不相关。1 个PDCCH 在 1 个或几个连续的CCE 上传输, PDCCH 有4 中格式, 对应的CCE 个数是1、2、4、8, 见图8:

PDCCH 格式	CCE 个数	REG 个数	PDCCH 比特数
0	1	9	72
1	2	18	144
2	4	36	288
3	8	72	576

图8: PUCCH 格式与资源占用

8. 物理HARQ 指示信道处理流程

物理HARQ 指示信道 (Physical Hybrid ARQ Indicator Channel, PHICH) 承载对于终端上行数据的ACK/NACK 反馈信息。多个PHICH 映射到相同资源粒子上, 形成PHICH 组, 其中在同一组中的PHICH 通过不同的正交序列来区分。

9. 下行参考信号

下行定义了如下3 中下行参考信号。

- (1) 小区专用的参考信号
- (2) MBSFN 参考信号
- (3) 终端专用参考信号

(1) 小区专用参考信号

小区专用参考信号在所有非MBSFN 的下行子帧上发送。对于MBSFN 子帧, 只在前2 个OFDM 符号上发送小区专用参考信号。

小区专用参考信号在天线0~3 上发送, 并且只支持 $\Delta f = 15 \text{ kHz}$ 。

(2) MBSFN 参考信号

MBSFN 参考信号只在MBSFN 子帧发送, 并在天线端口4 上发送。MBSFN 只支持扩展CP 配置。

(3) UE 专用参考信号

UE 专用参考信号用于支持单天线端口的PDSCH 传输。终端专用参考信号在天线端口5 上传输。高层将通知终端是否存在终端专用参考信号, 以及是都是一个有效的相位参考。如果高层信令通知终端存在UE 专用参考信号, 并且是有效的PDSCH 解调相位参考, UE 可以忽略任何在天线端口2 和3 上的传输。终端专用参考信号仅仅在PDSCH 对应的资源块中传输。

10. 同步信号

存在504 个唯一的物理层小区ID。这些物理层小区ID 被分为168 个唯一的物理层小区ID 组, 每一组包含3 个唯一的id。分组保证每一个物理层id 是一个而且是唯一一个物理层id 组的一部分。

三、传输信道复用

1. 信道编码基本过程

信道编码是为保证通信系统的传输可靠性, 克服信道中的噪声和干扰而专门设计的一类抗干扰技术和方法。

信道编码从功能上看有3 类编码:

- 仅具有检错功能的检错码, 如循环冗余校验CRC 码、自动请求重传ARQ 等;
- 具有自动纠正差错功能的纠错码, 如循环码中的BCH、RS 码及卷积码、级联码、Turbo 码等;
- 具有既能检错又能纠错功能的信道编码, 最典型的是混合ARQ, 又称为HARQ。

从结构和规律上分两类:

- 线性码: 监督关系方程是线性方程的信道编码称为线性码, 目前大部分实用化的信道编码均属于线性码, 如线性分组码、线性卷积码是经常采用的信道编码;
- 非线性码: 一切监督关系方程不满足线性规律的信道编码均称为非线性码。

LTE 中采用的信道编码有2 种: Turbo 和咬尾卷积码。LTE 中不同的物理信道都唯一的对应于Turbo 、咬尾卷积码中的一种, 只要物理信道确定, 则其编码方式唯一确定。物理信道从上层接收到的传输块 TB (transport block) 后, 信道编码的一般流程包括:

- 1) 向传输块TB 添加CRC 校验
- 2) 码块分段及码块CRC 校验添加
- 3) 数据和控制信息的信道编码
- 4) 速度匹配
- 5) 码块级联
- 6) 数据和控制信息复用

2. 上行传输信道与控制信息

(1) 上行共享信道 (UL-SCH)

LTE 上行仅支持单码字传输, 即在每个TTI 内最多传输一个传输块。图9 给出了上行传输信道的数据处理过程。其中, 添加CRC 校验信息、码块分段、信道编码、速率匹配等过程与下行传输信道的处理过程类似。差异在于上行传输信道的处理过程中, 可以对信道信息 (CQI/PMI)、秩指示信息 (RI) 和HARQ-ACK 信息等控制信息做信道编码, 将控制信息复用并同时传输。过程如下:

- ①向传输块添加CRC 信息。为了保证信道的错误检测, 每个传输块添加一个24bit的CRC 的CRC 校验信息。这里添加校验信息生成多项式是 $g_{CRC24A}(D)$ 。
- ②码块分段和码块CRC 添加。为了保证码块不大于6144bit, 需要对传输块进行分段, 为了接收端可以提前终止错误译码, 其中还包括将每个码块添加CRC 校验信息。这里添加的CRC 校验信息生成多项式是 $g_{CRC24B}(D)$ 。
- ③信道编码。使用和下行相同的基于QPP 内交织的1/3 Turbo 编码。
- ④速率匹配。Turbo 编码速率匹配的具体过程详见基本过程中的相应描述。
- ⑤码块级联。这里, 码块级联的内容只包括UL-SCH 信息, 当控制信息和UL-SCH信息复用在一起时, 传输的编码比特的总数目不包括控制信息传输的比特数目。
- ⑥控制信息的信道编码。需要编码传输的控制信息包括信道质量信息 (CQI/PMI)、HARQ-ACK 信息和秩指示信息 (Rank Indication, RI)。其中, 不同的编码速率是通过向其分配不同数目的编码符号获得的。这里, HARQ-ACK 与RI 采用相同的计算方法, 信道质量信息 (CQI/PMI) 采用另一种计算方法。

对于TDD 系统, 高层可以配置两种不同的HARQ-ACK 反馈模式。HARQ-ACK bundling 和 HARQ-ACK multiplexing。其中, HARQ-ACK bundling 模式下HARQ-ACK为1bit 或2bit 信息; HARQ-ACK multiplexing 模式下HARQ-ACK 为1~4bit 信息。

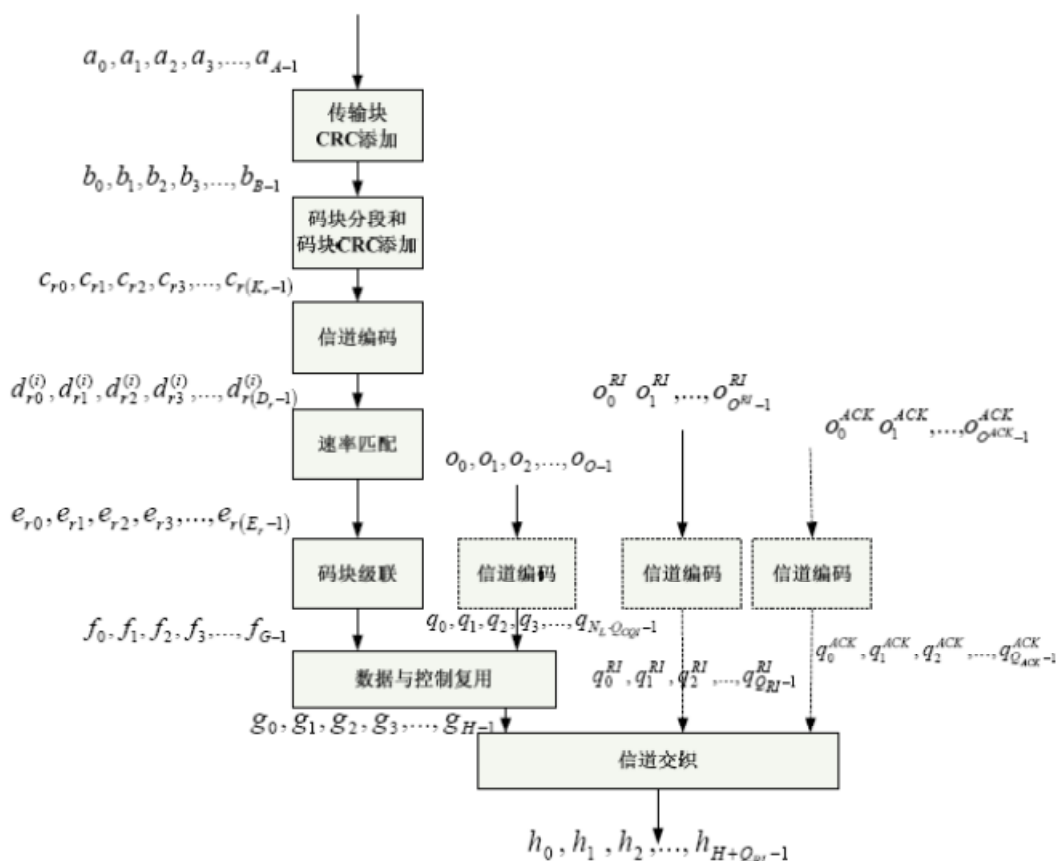


图9 UL-SCH 传输处理过程

⑦数据与控制复用。其作用在于把控制和数据信息映射到不同的调制符号上，从做复用的比特仅仅包括信道质量信息和UL-SCH 数据信息。控制信息和数据按照先放置控制信息再放置数据的方式进行。

⑧信道交织。对UL-SCH 数据、信道质量信息、HARQ-ACK 以及秩指示信息（RI）进行信道交织。

(2) 在PUCCH 上传输的上行控制信息

在PUCCH 上传输的上行控制信息包括信道质量信息（CQI/PMI）、HARQ-ACK 信息以及调度请求。其中信道质量信息和HARQ-ACK 信息可以进行联合编码。

(3) 在PUSCH 上没有数据传输时的上行控制信息

上行控制上传输信息可以在PUSCH 中传输，当一个子帧中同时存在上行数据和上行控制信息传输时，控制新消息与数据信息将复用在PUSCH 上传输。当控制信息在PUSCH 上传输而没有UL-SCH 数据时，要经过控制信息信道编码、控制信息映射、信道交织这几个过程。不同的控制信息对应不同的编码速率，其实现需要根据分配不同的传输编码符号数决定。

3. 下行传输信道与控制信息

(1) 广播信道（PCH）

BCH 传输信道的处理结构如图5-27，编码过程主要包括CRC 添加、信道编码和速率匹配3 个步骤。达到编码单元的数据，一个TTI（40ms）中最多有一个传输块。

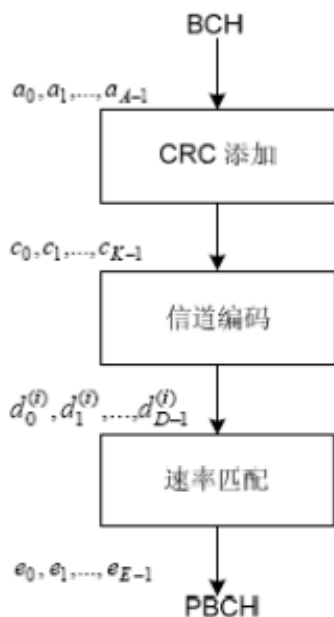


图10 BCH 传输信道的处理流程

(2) 下行共享信道 (DL-SCH)、寻呼信道 (PCH) 和多播信道 (MCH)

DL-SCH, PCH 以及 MCH 传输信道的处理如图11所示, 编码过程主要包括CRC添加、码块分段以及码块CRC 添加、信道编码、速率匹配和码块级联5 个步骤。达到编码单元的数据, 一个TTI 中最多有一个传输块。

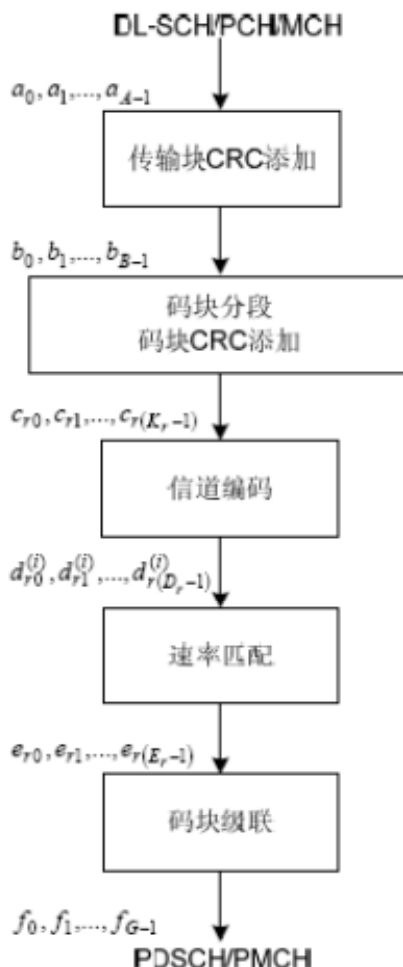


图11 DL-SCH, PCH 以及 MCH 传输信道处理流程

- ①CRC 添加：传输块的错误检测通过CRC 提供。CRC 校验比特长度为24 比特，使用的生成多项式为 $g_{CRC24A}(D)$ 。
- ②码块分段以及码块CRC 添加：由于信道编码采用Turbo 编码，Turbo 编/译码器要进行内交织/解交织，因此需要对编码块长度进行限定，最大为6144bit。如果添加完CRC 校验比特后的总的比特长度超过6144，则一个编码器无法支持串行处理，此时需要进行码块分段的操作，对于分段成多个码块的传输块，只有当所有分段码块正确译码时，才认为传输块被正确接收，所以HARQ 是基于传输块进行重传的。
- ③信道编码：信道编码器采用的是码率为1/3 的turbo 编码，并且使用比较简单的QPP 交织器作为内交织器，能够支持并行译码，从而支持更高的译码速度。
- ④速率匹配：采用turbo 编码的传输信道的速率匹配是基于单个码块进行的。速率匹配由子块交织、比特收集、循环缓冲器生成三步组成。
- ⑤码块级联：由较大传输块分段所得到的多个码块经过信道编码及速率匹配后需要重新级联在一起相应的传输。

(3) 下行控制信息

下行控制信息（Downlink Control Information, DCI）主要是由PDCCH 来承载的，用于有效地传输上/下行的调度信息以及相关的公共控制信息。DCI 的处理流程如图12 所示。

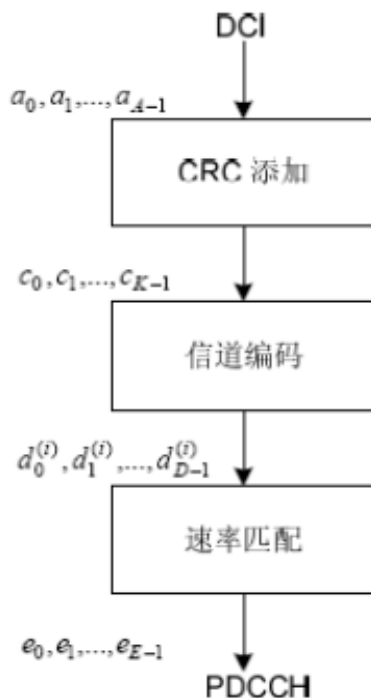


图12 DCI 处理流程

DCI 格式：目前LTE 中定义了10 中DCI 格式，各个DCI 格式的主要功能如图13 所示。

DCI 格式	功能
0	用于 PUSCH 的调度
1	用于下行单码的字的 PDSCH 的调度
1A	用于下行单码的字的 PDSCH 的紧凑型调度
1B	用于预编码的下行单码字的 PDSCH 的紧凑型调度
1C	用于下行单码的字的 PDSCH 的更紧凑型调度
1D	用于具有预编码与功率偏移信息的下行单码字 PDSCH 的紧凑型调度
2	用于闭环空间复用情况下的双码字的 PDSCH 的调度
2A	用于开环空间复用情况下的双码字的 PDSCH 的调度
3	用于传输一组用户的 PUCCH 和 PUSCH 的功率控制信息，其中功率控制信息采用 2bit 指示
3A	用于传输一组用户的 PUCCH 和 PUSCH 的功率控制信息，其中功率控制信息采用 1bit 指示

图13 10种DCI 格式的功能

根据不同DCI 格式完成的功能，可以进一步划分为以下4 种主要类型。

- 1) 上行PUSCH 调度的DCI 格式，例如DCI 格式0。
- 2) 下行PDSCH 调度的DCI 格式，例如DCI 格式0、1A、1B、1D、2、2A。
- 3) 调度公共控制信息的DCI 格式，例如DCI 格式1A、1C。
- 4) 调度组播的功率控制的DCI 格式，例如格式3、3A。

(4) 控制格式指示

控制格式指示 (Control Format Indicator, CFI) 信息指示的是该子帧控制区域的大小，源信息比特为2bit，最多可以指示4 种状态，但是其中有1 个状态是预留的，用作后续扩展，因此每个子帧只有3 个状态可以指示。对于大带宽情况下，CFI 的值可以为1、2、3；小带宽情况下，CFI 的值可以为2、3、4。

(5) HARQ 指示

重传指示信息 (HARQ Indicator, HI) 指示的是上行数据的反馈信息，源信息只有1bit。“1”表示对应的上行数据传输正确；“0”表示对应的上行数据传输有误，需要相应的操作纠正。源信息比特被重复编码3 次成为3bit 信息，在经扩频、复用等操作映射到物理资源上。

《LTE 每天一课》 由移动通信网发起，在 2013 年 6 月份每天发送到微信，欢迎添加 MSCBSC 官方微信为好友（微信号：mscbssc888，或直接扫描下面二维码）



MSCBSC 官方微信账号:mscbssc888

最新动态，微信通知；
有问题微信反馈，超快捷回复；

关注方法：

打开微信右上角“魔法棒”，选择
“扫一扫”功能，对准左边的二维码即可