

# 物理层提供的服务

李聪聪

3GPP TS 38.202 V15.6.0

版本：0.4

更新：2020 年 11 月 24 日

# 目录

<b>1</b>	<b>物理层的服务和功能</b>	<b>3</b>
1.1	概述 . . . . .	3
1.2	L1 功能概述 . . . . .	3
<b>2</b>	<b>UE 的物理层模型</b>	<b>3</b>
2.1	上行模型 . . . . .	4
2.1.1	上行共享信道 . . . . .	4
2.1.2	随机接入信道 . . . . .	5
2.2	下行模型 . . . . .	5
2.2.1	下行共享信道 . . . . .	5
2.2.2	广播信道 . . . . .	6
2.2.3	寻呼信道 . . . . .	7
<b>3</b>	<b>物理信道和物理信号的同时发送和接收</b>	<b>7</b>
3.1	上行链路 . . . . .	8
3.2	下行链路 . . . . .	10

# 1 物理层的服务和功能

## 1.1 概述

高层通过使用 MAC 层与物理层之间的传输信道来使用物理层所提供的数据传输功能。所谓传输块 (Transport Block, TB), 即 MAC 层与物理层之间传输的数据。

## 1.2 L1 功能概述

为了实现数据传输服务, 物理层需要具备以下功能:

- 传输信道的错误检测并向高层指示
- 传输信道的向前纠错 (FEC) 编码/解码
- 混合自动重传请求 (HARQ) 软合并
- 编码的传输信道与物理信道间速率匹配
- 将编码的传输信道映射到物理信道上
- 物理信道的功率加权
- 物理信道的调制与解调
- 频率和时间同步
- 无线电特性测量和对高层的指示
- 多入多出 (MIMO) 天线处理
- 射频处理

# 2 UE 的物理层模型

所谓 5G-NR 物理层模型, 即指从更高层的角度来看的相关 5G-NR 物理层的特征。具体包括以下内容:

- 从物理层向上或向下传递的高层数据的结构
- 高层可以用来配置物理层的方法
- 物理层提供给高层的不同指示 (错误指示、信道质量指示等)

## 2.1 上行模型

### 2.1.1 上行共享信道

上行共享信道（UpLink Shared CHannel, UL-SCH）传输的物理层模型如图 1 所示。图中蓝色部分显示的处理步骤表示它们可以通过高层配置。

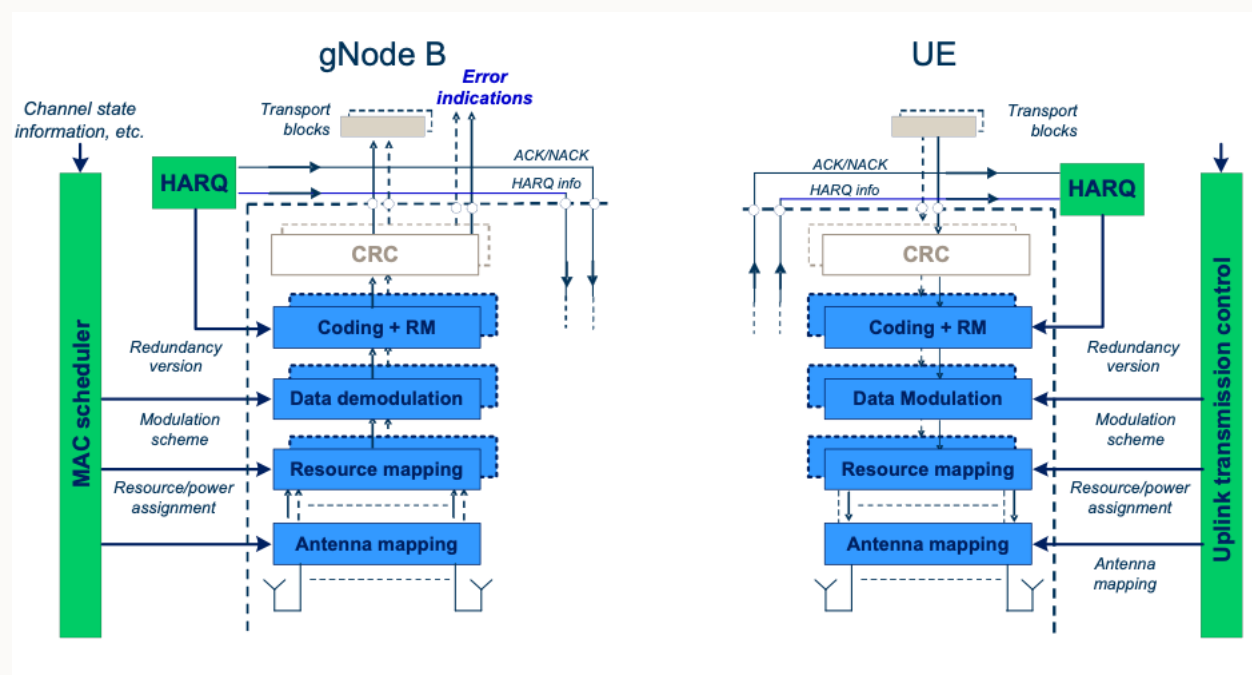


图 1: 上行共享信道传输的物理层模型

该模型中包括以下步骤：

- 传递到物理层或从物理层传递的高层数据
- CRC 和传输块错误指示
- 向前纠错编码和速率匹配
- 数据调制
- 物理资源映射
- 多天线处理
- 支持 L1 控制和 HARQ 相关的信令

## 2.1.2 随机接入信道

用于随机接入信道（Random Access CHannel, RACH）传输的物理层模型的特征在于 PRACH 前导格式。如图 2 所示，该格式由循环前缀、前导码和保护时间组成。在此期间，不会传输任何信息。



图 2: PRACH 前导格式

## 2.2 下行模型

### 2.2.1 下行共享信道

下行共享信道（DownLink Shared CHannel, DL-SCH）传输的物理层模型如图 3 所示。图中蓝色部分显示的处理步骤表示它们可以通过高层配置。

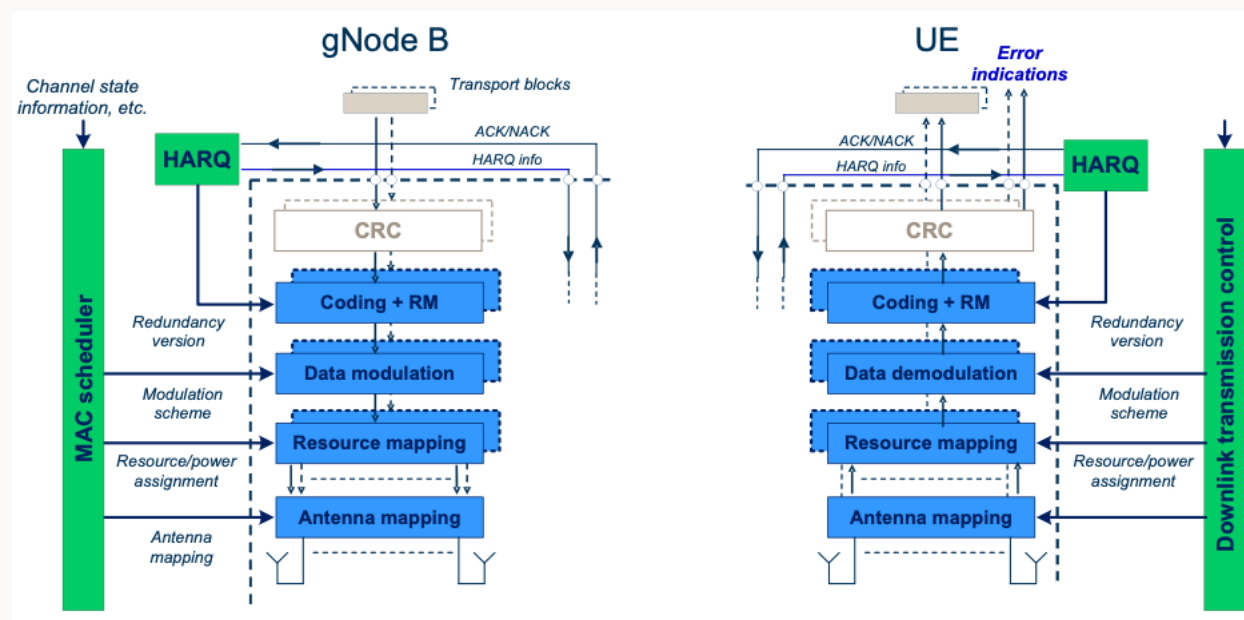


图 3: 下行共享信道传输的物理层模型

该模型中包括以下步骤：

- 传递到物理层或从物理层传递的高层数据

- CRC 和传输块错误指示
- 向前纠错编码和速率匹配
- 数据调制
- 物理资源映射
- 多天线处理
- 支持 L1 控制和 HARQ 相关的信令

### 2.2.2 广播信道

广播信道 (Broadcast CHannel, BCH) 传输的物理层模型如图 4 所示。BCH 信道采用预定义的固定大小的传输格式，每  $80ms$  有一个传输块。

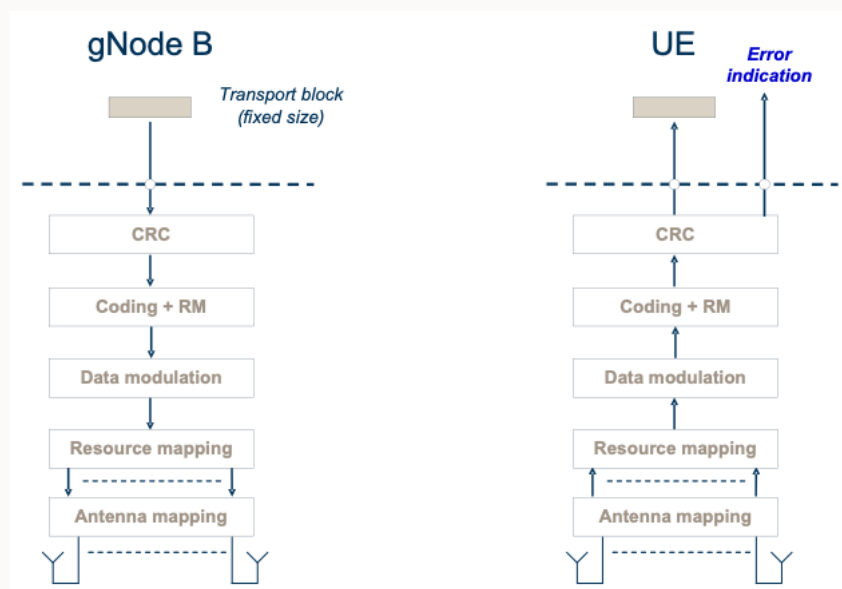


图 4: 广播信道传输的物理层模型

该模型中包括以下步骤：

- 传递到物理层或从物理层传递的高层数据
- CRC 和传输块错误指示
- 向前纠错编码和速率匹配
- 数据调制
- 物理资源映射
- 多天线处理

### 2.2.3 寻呼信道

寻呼信道（Paging CHannel, PCH）传输的物理层模型如图 5 所示。PCH 承载在 PDSCH 上。图中蓝色部分显示的处理步骤表示它们可以通过高层配置。

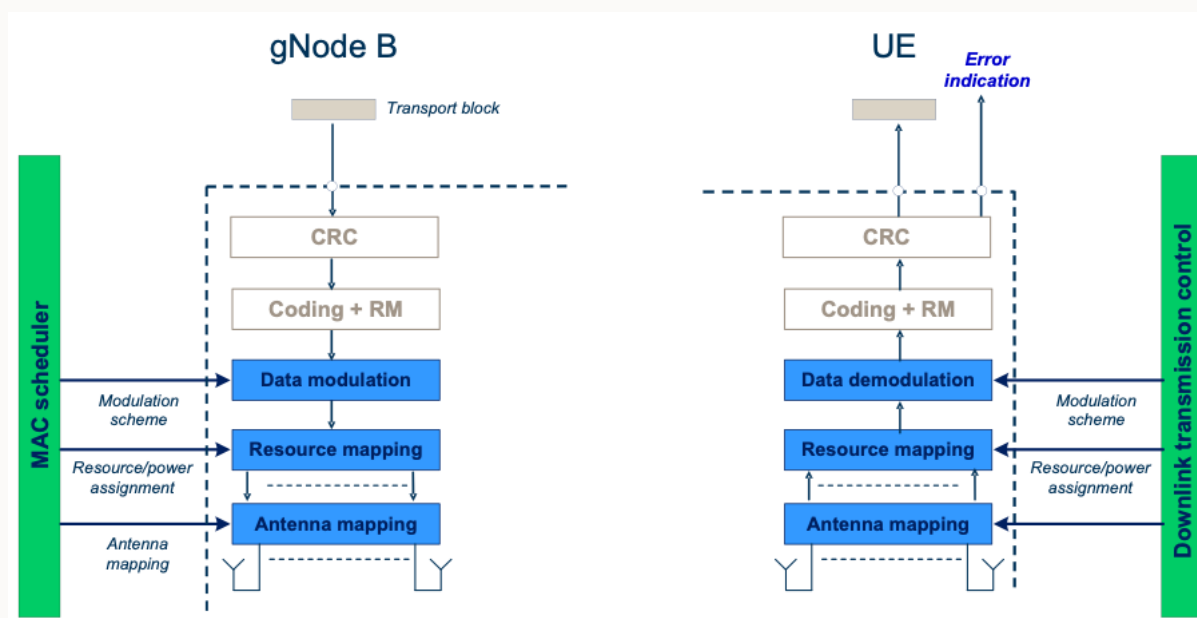


图 5: 寻呼信道传输的物理层模型

该模型中包括以下步骤：

- 传递到物理层或从物理层传递的高层数据
- CRC 和传输块错误指示
- 向前纠错编码和速率匹配
- 数据调制
- 物理资源映射
- 多天线处理

## 3 物理信道和物理信号的同时发送和接收

根据 UE 的能力和服务要求，UE 需要同时发送和接收多个物理信道和物理信号。在接下来的上行链路和下行链路的描述中使用以下标记：

- $p$  表示为 UE 配置的可以在其上发送物理信道的上行链路的载波数量
- $p'$  表示为 UE 配置的可以在其上发送 SRS 的上行链路的载波数量
- $q$  表示为 UE 配置的下行链路的载波数量
- $j$  表示为 UE 配置的小区组的数量
- $k$  表示为 UE 配置的 PUCCH 组的数量

### 3.1 上行链路

为了便于描述，将物理信道或探测参考信号及其相关的传输信道定义为不同的“传输类型”，如表 1 所示。

传输类型	物理信道或探测参考信号	相关传输信道	注释
A	PRACH	RACH	Note 1
B	PUCCH	N/A	
C	PUSCH	UL-SCH	Note 2
D	SRS	N/A	
Note 1: 这里的 RACH 指的是基于竞争的随机接入			
Note 2: UCI 可以直接通过 PUSCH 发送，而不需要经过 UL-SCH			

**表 1:** 上行链路传输类型

基于 UE 能力的限制，UE 可以支持以下传输类型的组合。如表 2。

关于 UE 能力的更多内容可以参考 3GPP TS 38.306: "NR; User Equipment (UE) radio access capabilities"。



支持的组合	注释
$j \times A$	Note 1
$k \times B$	Note 2
$p \times C$	Note 3, Note 4
$p' \times D$	Note 3, Note 5
$\tilde{j} \times A + \tilde{k} \times B$	Note 6
$\tilde{j} \times A + \tilde{p} \times C$	Note 6
$\tilde{j} \times A + \tilde{p}' \times D$	Note 6
$\hat{k} \times B + \hat{p} \times C$	Note 8
$\tilde{k} \times B + \tilde{p}' \times D$	Note 7
$\tilde{p} \times C + \tilde{p}' \times D$	Note 7

注 1：组合中的小区组  $j$  的数量取决于 UE 的能力。

注 2：组合中的 PUCCH 组的数量  $k$  取决于 UE 的能力。

注 3：组合中的载波数量  $p$  和  $p'$  取决于 UE 的能力。

注 4：如果有一个 SUL 载波，则将只支持  $p - 1$  个 PUSCH。

注 5：UE 可以配置为  $p'$ ，但 UE 的能力可能并不支持。

注 6：仅在带间 CA 的情况下才支持在 PUCCH（或 PUSCH 或 SRS）同时进行 PRACH， $\tilde{j} \leq j$ ， $\tilde{k} \leq k$ ， $\tilde{p} \leq p$  且  $\tilde{p}' \leq p'$  取决于配置，并取决于 UE 进行并行传输的能力。

注 7：仅在带间 CA 的情况下，才支持带有 PUCCH（或 PUSCH）的同时 SRS，其中  $\tilde{k} \leq k$ ， $\tilde{p} \leq p$  和  $\tilde{p}' \leq p'$  取决于配置，并且取决于 UE 并行传输能力。

注 8：仅在配置了多个 PUCCH 组并且在不同的 PUCCH 组中发送各个 PUCCH 和 PUSCH 的情况下才支持同时 PUCCH 和 PUSCH，且  $\hat{k} < k$  并且  $\hat{p} \leq p$ 。 $k$  和  $p$  分别受 UE 功能支持的 PUCCH 组和 UL 载波数量的影响。 $\hat{k}$  和  $\hat{p}$  取决于配置。

**表 2:** 上行传输类型组合

## 3.2 下行链路

表 3 定义了 UE 在下行链路上可以接收的物理信道的类型。表 4 描述了 UE 可以在下行信道上同时接收物理信道的组合。UE 所能接收的信道类型的组合取决于其能力。UE 应该有能力根据 PDCCH 上的指示接收所有 TB 块。

接收类型	物理信道	RNTI	相关传输信道	注释
A	PBCH	N/A	BCH	
B	PDCCH + PDSCH	SI-RNTI	DL-SCH	Note 1
C0	PDCCH	P-RNTI	N/A	Note 1, Note 2
C1	PDCCH + PDSCH	P-RNTI	PCH	Note 1
D0	PDCCH + PDSCH	RA-RNTI or Temporary C-RNTI	DL-SCH	Note 3
D1	PDCCH + PDSCH	C-RNTI, CS-RNTI, MCS-C-RNTI	DL-SCH	
D2	PDCCH	C-RNTI, CS-RNTI, MCS-C-RNTI	DL-SCH	
E	PDCCH	C-RNTI	N/A	Note 4
F0	PDCCH	Temporary C-RNTI	UL-SCH	
F1	PDCCH	C-RNTI, CS-RNTI, MCS-C-RNTI	UL-SCH	
G	PDCCH	SFI-RNTI	N/A	
H	PDCCH	INT-RNTI	N/A	
J0	PDCCH	TPC-PUSCH-RNTI	N/A	
J1	PDCCH	TPC-PUCCH-RNTI	N/A	
J2	PDCCH	TPC-SRS-RNTI	N/A	
K	PDCCH	SP-CSI-RNTI	N/A	
Note 1: 这些信息仅从 PCell 上接收。 Note 2: 在某些情况下，仅要求 UE 使用 P-RNTI 监控 DCI 中的短消息。 Note 3: 这些信息可以从 PCell 上接收，也可以从 PSCell 上接收。 Note 4: 对应于 PDCCH-ordered 的 PRACH。				

**表 3:** 下行链路接收类型

支持的组合			注释
PCell	PSCell	SCell	
1. RRC_IDLE			
A + (B and/or C1 and/or D0) + F0			Note 1
2. RRC_INACTIVE			
A + (B and/or C1 and/or D0) + F0			Note 1
3. RRC_CONNECTED			
A + C0 + (B and/or (D0 or (D1 + m*D2))) + E + F0 + n*F1 + G + H + J0 + J1 + J2 + K	A + (D0 or (D1 + mD2)) + E + F0 + n*F1 + G + H + J0 + J1 + J2 + K	D1 + m*D2 + E + n*F1 + G + H + J0 + J1 + J2 + K	Note 2, Note 3, Note 4
<p>Note 1: UE 并不需要同时解码两个以上的 PDSCH。当 UE 接收到两个以上的 PDSCH 时，解码 PDSCH 的优先级取决于 UE 的实现。</p> <p>Note 2: 当 PCell 在 FR1 频段时，UE 需要同时解码 SI-RNTI 加扰的 PDSCH 和 C-RNTI 加扰的 PDSCH。</p> <p>Note 3: 所支持的组合取决于 UE 的能力：双链接、载波聚合、组 TPC 命令的接收、先占指示和动态 SFI 监视。</p> <p>Note 4: 支持的组合中，<math>m \geq 0</math> 和 <math>n \geq 0</math>，<math>m</math> 和 <math>n</math> 的值取决于 UE 的能力。</p>			

**表 4:** 下行链路接收类型组合