

# 5G物理层过程

---

2019年9月



## 5G物理层过程基础知识



小区搜索流程



随机接入过程

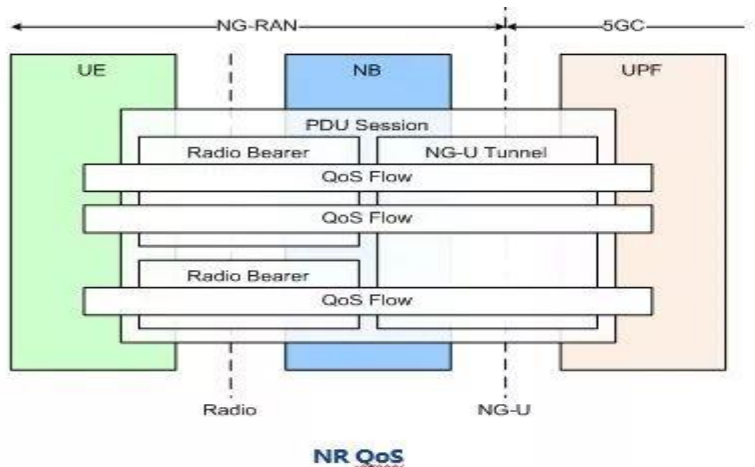


功率控制过程

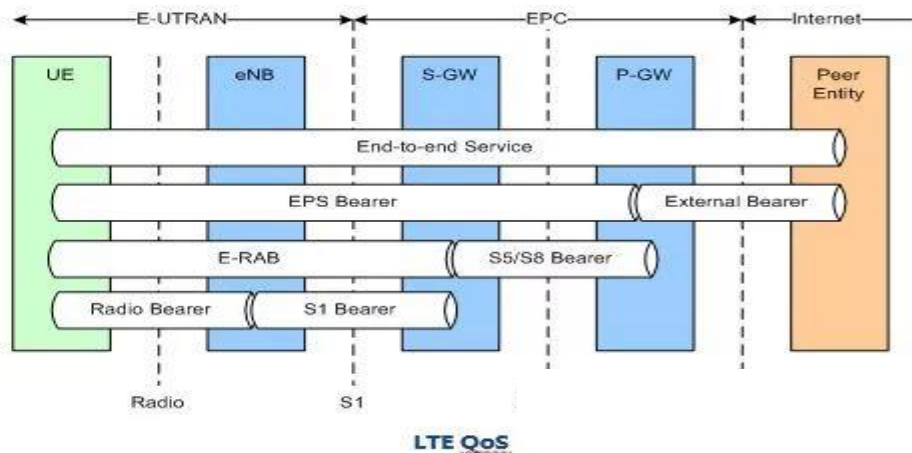


数据传输和资源调度

# 5G的承载



5G QoS 控制更为精细，相比于LTE的基于EPS承载的粗旷QoS控制，5G核心网支持基于IP流的灵活而细致的QoS控制。5G的QoS管理是以QoS Flow为粒度完成，如上左图所示，QoS Flow是一个端到端的概念，类似于LTE中的EPS Bear。每一个QoS Flow也会对应一个QFI来唯一的标识这一条QoS Flow，但是QFI的绝对值其实只是存在于一个PDU Session中，也就是说，在每一个PDU Session中，QFI的值不能相同，而不同的PDU Session之间，QFI可以做动态分配。



LTE里的QoS体系是以每承载（Bear）作为粒度，核心网（PCRF）为不同的承载分配不同的QoS等级，以QCI作为标识。UE的每一个PDN Connection都会建立至少一个默认承载（Default Bear）和一个或者多个专用承载（Dedicated Bear）。默认承载的建立随着UE的注册流程而完成，并且在整个PDN Connection过程中都会保持存在。

# 5G承载指标要求



EPS

QCI (QoS Class Identifier)
ARP

+

For GBR bearers

Max bit rate
Guaranteed bit rate

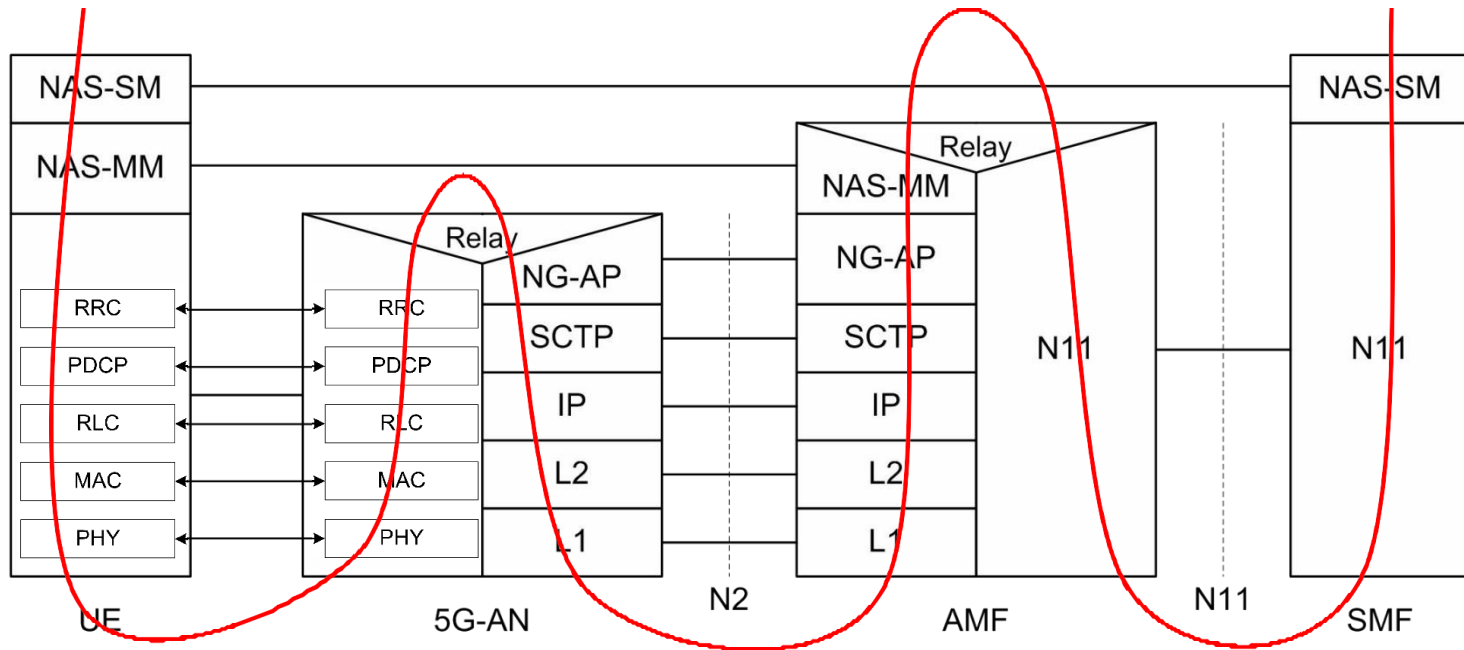
For non-GBR bearers

Aggregate max bit rate
------------------------

Default EPS bearers

QCI	Guarantee	Priority	Delay budget	Loss rate	Application
1	GBR	2	100 ms	1e-2	VoIP
2	GBR	4	150 ms	1e-3	Video call
3	GBR	5	300 ms	1e-6	Streaming
4	GBR	3	50 ms	1e-3	Real time gaming
5	Non-GBR	1	100 ms	1e-6	IMS signalling
6	Non-GBR	7	100 ms	1e-3	Interactive gaming
7	Non-GBR	6	300 ms	1e-6	TCP protocols : browsing, email, file download
8	Non-GBR	8	300 ms	1e-6	
9	Non-GBR	9	300 ms	1e-6	

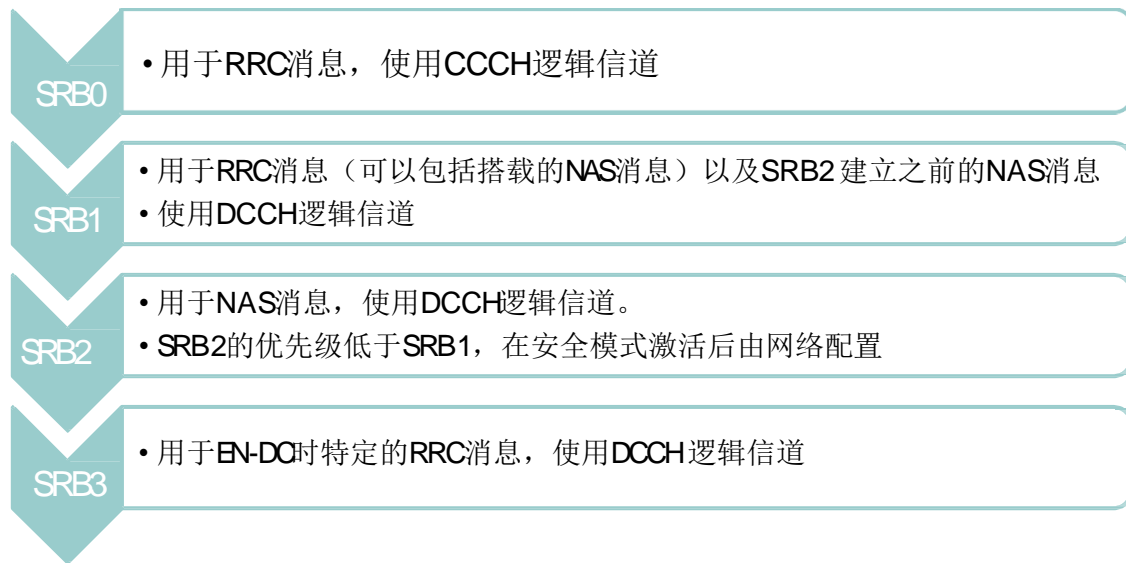
# 5G控制面协议栈



- SM: Session Management
- MM: Mobility Management

信令路由

- SRB (Signaling Radio Bearer) 在空口传输RRC和NAS消息，NR定义了以下 SRB



用户标识	名称	来源	作用
IMSI	International Mobile Subscriber Identity	SIM卡	UE在首次注册时需要携带IMSI信息，网络也可以通过身份识别流程要求UE上报IMSI参数
SUPI	Subscription Permanent Identifier/用户永久标识	IMSI或 network-specific identifier	用于注册，替代IMSI，可能包含IMSI和网络标识
SUCI	Subscription Concealed Identifier/用户隐藏标识	UE	在空口对SUPI进行保护
5G-GUTI	5G-Globally Unique Temporary UE Identifier	AMF生成并维护	全球唯一临时UE标识，可以减少IMSI，IMEI等用户私有参数暴露。第一次注册时UE携带IMSI，之后AMF生成5G-GUTI，并一直用5G-GUTI，通过注册带给UE。
5G-S-TMSI	5G-S-Temporary Mobile Station Identifier	AMF	5G-GUTI简化，用于提高信令交互效率

- 5G-GUTI(5G-Globally Unique Temporary UE Identifier )
- 在网络中对用户的临时标识，提供UE标识的保密

5G-GUTI/5G Globally Unique Temporary UE Identity、5G全球唯一临时UE标识（最长80bit）

GUAMI/Globally Unique AMF Identifier、全球唯一AMF标识	5G-TMSI、5G临时移动用户标识
--	--------------------

MCC 移动国家码	MNC 移动网络码	AMFI/AMF Identifier AMF标识	5G-TMSI
--------------	--------------	------------------------------	---------

MCC 3digits	MNC 2-3digits	AMF Region ID 8bit	AMF Set ID 10bit	AMF Point e r 6bit	5G-TMSI 32bit
----------------	------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------

460

03

5G-S-TMSI



- 终端设备相关的标识

用户标识	名称	来源	作用
IMEI	International Mobile Equipment Identity	终端	国际移动台设备标识，唯一标识UE设备，用15个数字表示
IMEISV	IMEI and Software Version Number	终端	携带软件版本号的国际移动台设备标识，用16个数字表示
PEI	Permanent Equipment Identifier	终端	唯一标识UE，不同类型的UE和用例可以采用不同的格式，当前版本中同IMEI

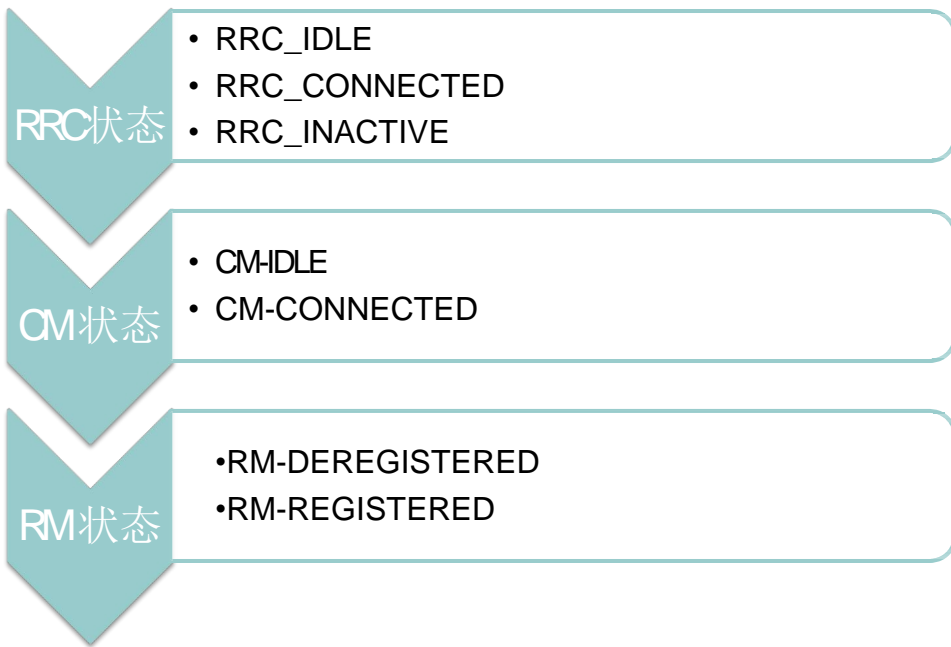
对于单元级别的调度，使用以下标识：

- ✓ - C-RNTI：唯一的UE标识，用作RRC连接的标识符和用于调度;
- ✓ - CS-RNTI：用于下行链路中的半持续调度的唯一UE标识; -
- ✓ INT-RNTI：识别下行链路中的抢占; -
- ✓ P-RNTI：识别下行链路中的寻呼和系统信息变化通知; -
- ✓ SI-RNTI：下行链路中广播和系统信息的识别; -
- ✓ SP-CSI-RNTI：用于PUSCH上的半持久CSI报告的唯一UE标识;

在随机接入过程中，还使用以下标识：

- ✓ - RA-RNTI：识别下行链路中的随机接入响应;
- ✓ 临时C-RNTI：在随机接入过程中临时用于调度的UE标识;
- ✓ - 争用解决的随机值：在随机接入过程中临时用于争用解决目的的UE标识。

- UE存在许多不同的管理状态，如：



1、空口传输NAS消息可以使用（）

A、SRB0    B、SRB1    C、SRB2    D、SRB3

2、GUAMI由（）组成

A、MCC    B、MNC    C、AMFID、TAI

3、5G-S-TMSI用于寻呼，长度32bit（）

4、5G-GUTI由AMF分配，仅在当前AMF范围内唯一。（）



5G物理层过程基础知识



**小区搜索流程**



随机接入过程



功率控制过程



数据传输和资源调度

## □ UE初始搜索总体流程

- ✓ UE开机后，根据NAS层指示，首先确定要选择的PLMN;
- ✓ AS层根据确定的PLMN进行小区选择和重选
- ✓ 小区选择包括：
  - 初始小区选择initial cell selection：UE根据其自身支持的NR频段扫描所有RF信道。在每个频点上，UE搜索最强小区；
  - 存储小区信息选择：根据上次存储的频点信息进行小区选择，如果找不到合适小区，则进行初始选择；
- ✓ 以上流程和LTE类似
- ✓ UE对小区的搜索和选择，首先要获取小区下行同步信号。

## □ 初始搜索流程-channel raster 和synchronization raster

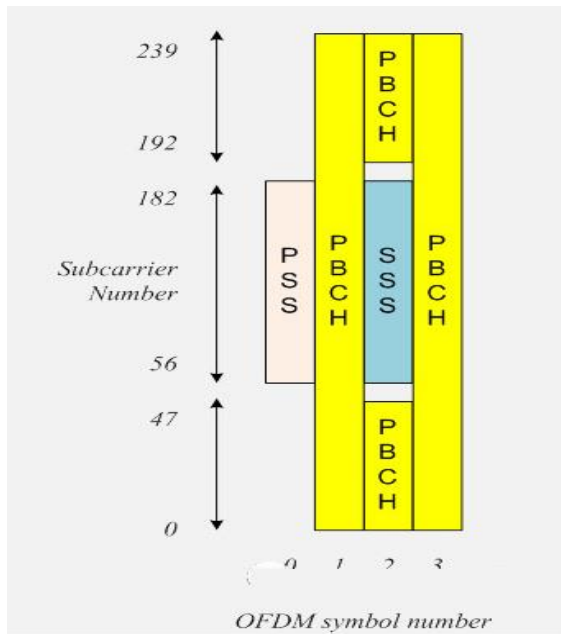
- ✓ LTE中，channel raster 固定为100KHz
- ✓ NR中，不同频段定义了不同的channel raster。示例如图：
- ✓ NR中，信道带宽大，UE按照channel raster 进行同步信号搜索时延很长
- ✓ NR引入了synchronization raster 同步raster，同步信号按照同步raster放置；
- ✓ ARFCN频点号对应channel raster
- ✓ GSCN ( global synchronization channel number ) 频点号对应同步raster。

NR OPERATING BAND	$\Delta F$ raster[kHz]
n1	100
n5	100
n8	100
n75	100
n77	15
n78	15

NR OPERATING BAND	$\Delta F$ raster[kHz]
n257	60

## □ SSB块

- ✓ NR中，PSS/SSS（主辅同步信号）和PBCH块，总是“绑定”在一块物理资源中的，因此也称为SSB。
- ✓ UE在GSCN频点上，要搜索的就是SSB块
- ✓ 一个SSB块，如图所示
- ✓ 在时域上占用0-3，一共4个符号
- ✓ 在频域上分布在连续的240个子载波（20个RB）
- ✓ SSB块子载波间隔支持
- ✓ 15/30kHz（6GHz以下）
- ✓ 120/240kHz（6GHz以上）
- ✓ PSS/SSS/PBCH资源采用如图固定的分布样式
- ✓ UE首先要搜索PSS主同步信号



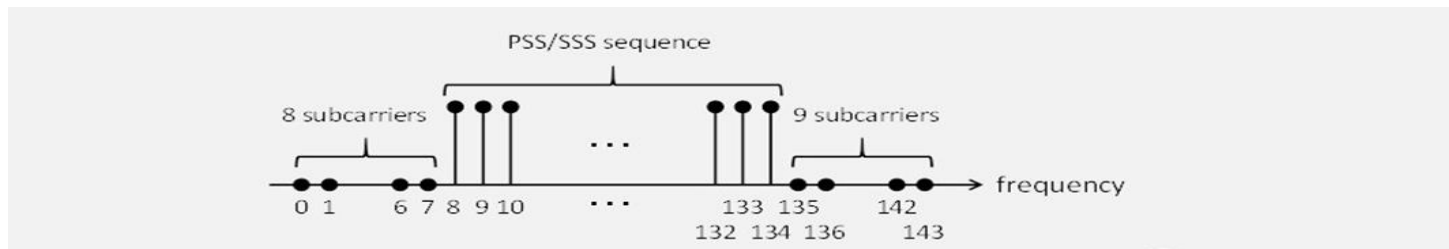


## □ 主同步信号PSS

- ✓ NR的PSS为长度127的伪随机序列，采用频域BPSK M序列
- ✓ 3个循环移位位置为0/43/86

$$d_{\text{PSS}}(n) = 1 - 2x(m) \quad \longrightarrow \quad x(i+7) = (x(i+4) + x(i)) \bmod 2$$
$$m = \left( n + 43N_{\text{ID}}^{(2)} \right) \bmod 127, \quad [x(6) \ x(5) \ x(4) \ x(3) \ x(2) \ x(1) \ x(0)] = [1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0]$$
$$0 \leq n \leq 127$$


- ✓ PSS映射到12个PRB中间的连续127个子载波，占用144个子载波，
- ✓ 两侧分别为8/9个SC作为guard band，以零功率发送



UE搜索到PSS后，可以获得SSB的子载波间隔和PCID的一部分信息

## □ 辅同步信号SSS

✓ Sss为长度127的频域BPSK M序列，有两个生成多项式

$$d_{SSS}(n) = [1 - 2x_0((n + m_0) \bmod 127)][1 - 2x_1((n + m_1) \bmod 127)]$$
$$m_0 = 15 \left\lfloor \frac{N_{ID}^{(1)}}{112} \right\rfloor + 5N_{ID}^{(2)}$$
$$m_1 = N_{ID}^{(1)} \bmod 112$$
$$0 \leq n \leq 127$$

$$x_0(i + 7) = (x_0(i + 4) + x_0(i)) \bmod 2$$
$$x_1(i + 7) = (x_1(i + 1) + x_1(i)) \bmod 2$$
$$\begin{bmatrix} x_0(6) & x_0(5) & x_0(4) & x_0(3) & x_0(2) & x_0(1) & x_0(0) \end{bmatrix} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$$
$$\begin{bmatrix} x_1(6) & x_1(5) & x_1(4) & x_1(3) & x_1(2) & x_1(1) & x_1(0) \end{bmatrix} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$$

## □ 物理广播信道PBCH

- ✓ UE搜索到PSS/SSS后，获得了PCID，下一步要解调PBCH信道
- ✓ 和LTE不同，NR中不再支持小区参考信号（CRS）
- ✓ 要解调PBCH信道，要获取PBCH信道的DM-RS（解调参考信号）位置
- ✓ PBCH的DM-RS在时域上，和PBCH相同位置，在频域上间隔4个子载波，初始偏移由PCID确定，SSB使用PORT 4000发送
- ✓ PBCH的DM-RS频域初始偏移位置
- ✓  $V = N_{ID}^{cell} \bmod 4$

## □ PBCH信道内容MIB

- ✓ PBCH信道发送的MIB对应的高层Payload内容，在38.331中定义：

```
MIB
-- ASN1START
-- TAG-MIB-START
MIB ::=
    systemFrameNumber          SEQUENCE {
        BIT STRING (SIZE (6)),
        subCarrierSpacingCommon ENUMERATED {scs15or60, scs30or120},
        ssb-SubcarrierOffset    INTEGER (0..15),
        dmrs-TypeA-Position     ENUMERATED {pos2, pos3},
        pdcch-ConfigSIB1        INTEGER (0..255),
        cellBarred               ENUMERATED {barred, notBarred},
        intraFreqReselection     ENUMERATED {allowed, notAllowed},
        spare                    BIT STRING (SIZE (1))
    }
-- TAG-MIB-STOP
```

- ✓ 其中并无获取SSB块索引所需信息
- ✓ SSB索引在PBCH信道物理层处理时，加入额外编码信息bit和通过DM-RS序列来处理
- ✓ 这个额外编码信息bit的处理，在规范38.212中定义

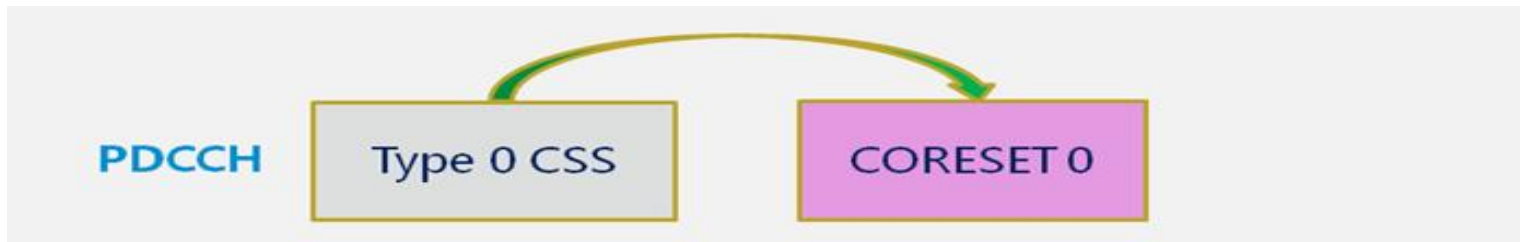
## □ RMSI ( remaining Minimum System Infomation )

- ✓ UE获得SSB信息块信息后，还不足以驻留小区和进一步发起初始接入
- ✓ UE还需要的到一些“必备”的系统信息
- ✓ 这个“必备”的系统信息在NR中称为RMSI。在目前NR R15版本中，RMSI可以认为就是SIB1。
- ✓ 和LTE类似，NR中的SIB1信息，通过下行PDSCH信息发送，而PDSCH信道需要PDCCH信道的DCI来调度
- ✓ UE需要在MIB中得到调度RMS的PDCCH信道信息，在PDCCH上进行盲检，获得RMSI
- ✓ MIB中的这个关键信息，就是PDCCH-CONFIGSIB2字段



## □ CORESET 0和TYPE 0 common search space

- ✓ 和LTE类似，NR中PDCCH信道对应多种搜索空间，包括公共搜索空间和UE专用搜索空间
- ✓ 其中公共搜索空间TYPE 0 common search space 仅用于RMSI调度
- ✓ 比LTE复杂的是，NR中引入了对PDCCH信道的所在物理资源集合的定义Coreset ( control resource set )
- ✓ 一个小区PDCCH信道对应多个CORESET集合，coreset集合有ID编号
- ✓ 其中CORESET0 有特殊意义，就是TYPE 0 common search space搜索空间对应的物理资源集合



## ❑ RMSI(SIB1)

- ✓ UE根据RMSI PDCCH的调度信息，在指定时频域资源上解码PDSCH信道，
- ✓ 获得RMSI(SIB1)内容，完成初始小区搜索
- ✓ 以下为38.331 f21版本主要内容，供参考

SIB1 message		
<pre>-- ASN1START -- TAG-SIB1-START SIB1 ::= SEQUENCE {   -- FFS / TODO: Add other parameters.   frequencyOffsetSSB ENUMERATED {khz-5, khz5} OPTIONAL, -- Need R   ssb-PositionsInBurst SEQUENCE {     inOneGroup BIT STRING (SIZE (8)),     groupPresence BIT STRING (SIZE (8)) OPTIONAL -- Cond above6GHzOnly   },   ssb-PeriodicityServingCell ENUMERATED {ms5, ms10, ms20, ms40, ms80, ms160, spare1, spare2},   ss-PBCH-BlockPower INTEGER (-60..50),   uplinkConfigCommon UplinkConfigCommon OPTIONAL,   supplementaryUplink SEQUENCE {     uplinkConfigCommon UplinkConfigCommon OPTIONAL,     -- FFS: Add additional (selection) criteria determining when/whether the UE shall use the SUL frequency   } OPTIONAL, -- Cond SUL   tdd-UL-DL-Configuration TDD-UL-DL-ConfigCommon OPTIONAL, -- Cond TDD   tdd-UL-DL-configurationCommon2 TDD-UL-DL-ConfigCommon OPTIONAL, -- Cond TDD   pdcch-ConfigCommon PDCCH-ConfigCommon OPTIONAL,   pucch-ConfigCommon PUCCH-ConfigCommon OPTIONAL,   lateNonCriticalExtension OCTET STRING OPTIONAL,   nonCriticalExtension SEQUENCE {} OPTIONAL }</pre>		

NR同步和系统消息广播包括：PSS/SSS，PBCH，RMSI和OSI

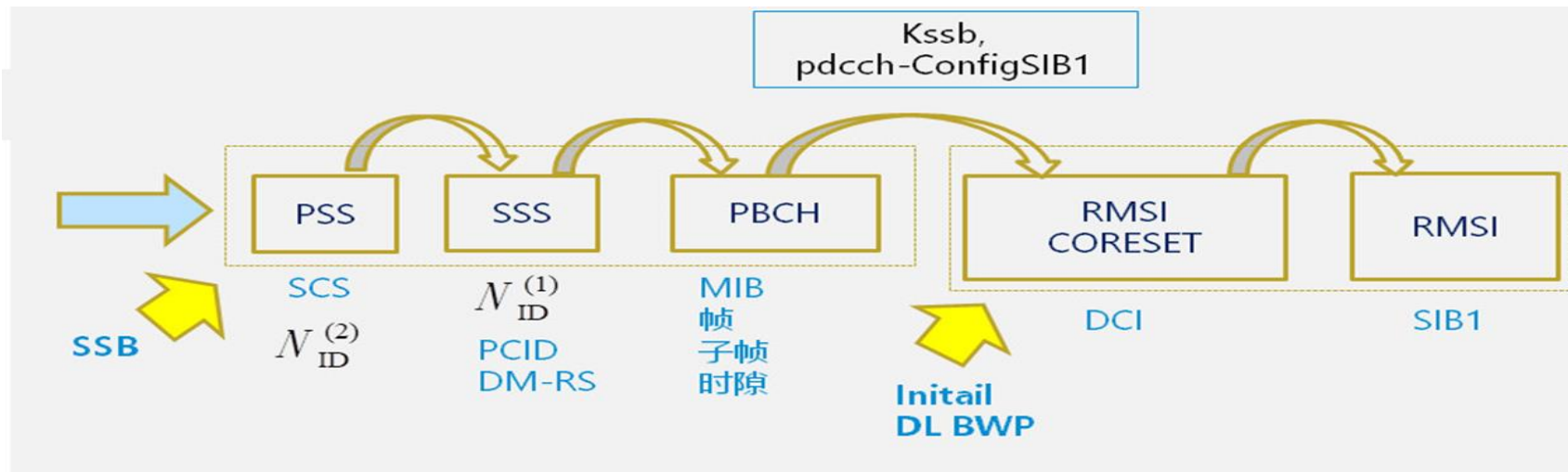
- PSS/SSS用于UE进行下行时钟同步，并获取小区的Cell ID
- PBCH（携带了MIB）用于UE获取了接入网络的最基本信息，主要是通知UE在何处接收RMSI消息；
- RMSI（即SIB1）用于广播初始BWP信息，初始BWP中的信道配置，TDD小区的半静态配比以及其它UE接入网络的必要信息等
- OSI（other system information），用于其它小区信息的广播（目前NSA组网下没有用到这部分内容）。

为支持massive MIMO，所有的广播信道和信号都支持进行波束扫描



## □ 总体流程回顾

### ✓ 同步Raster GSCN

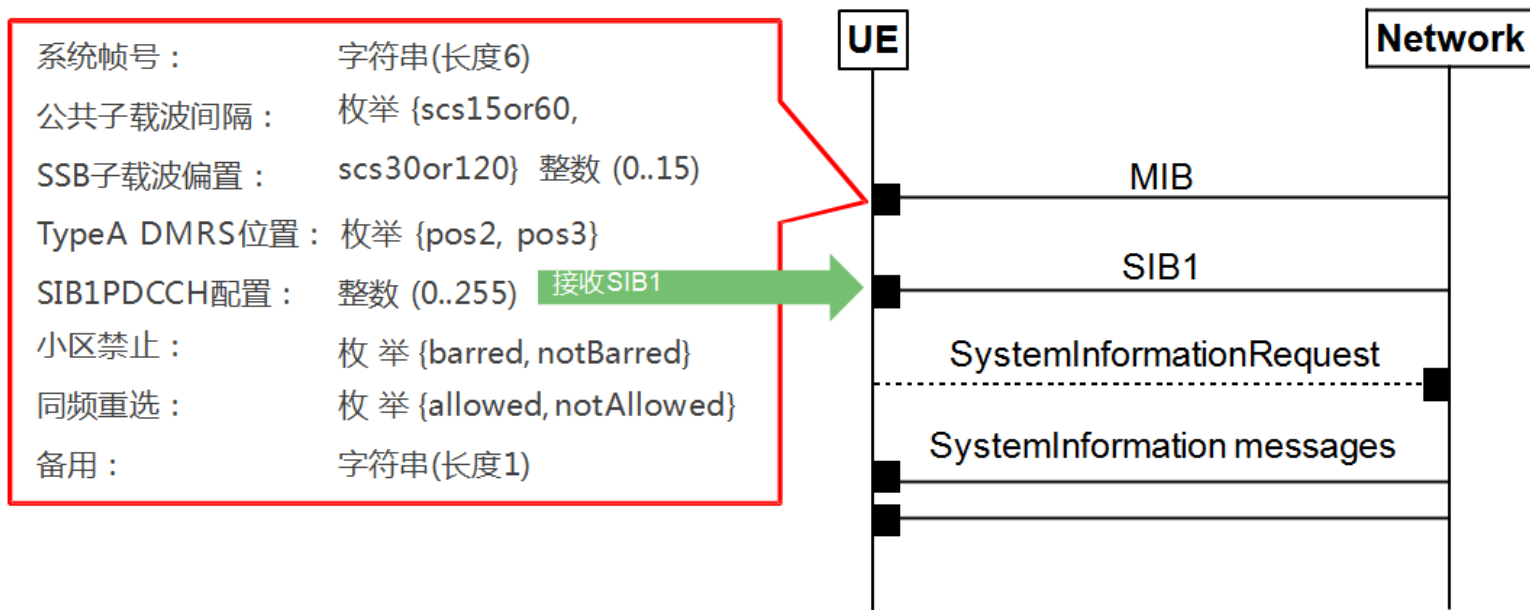


✓ UE获得RMSI ( SIB1 ) 后，得到上下行公共信道相关配置，即可发起随机接入过程

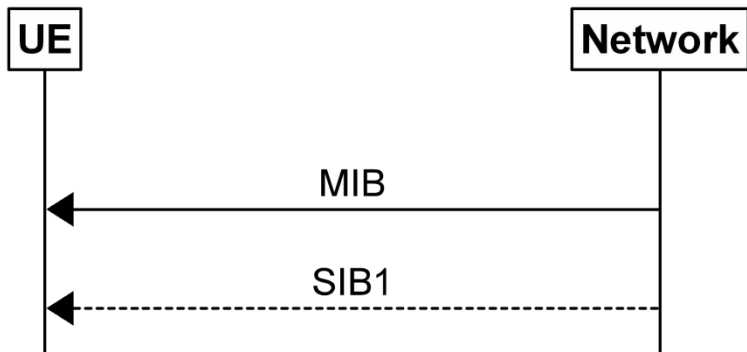
- NR系统信息（System Information, SI）分为MIB和多个SIB:
  - MIB（Master Information Block, 主信息块）
  - SIB（System Information Block, 系统信息块）

MIB	小区最基本的物理层信息
SIB1	小区选择相关信息和其他SIB调度信息
SIB2	小区重选信息（公共参数，适用同频、异频、异系统）
SIB3	小区重选信息（同频邻区）
SIB4	小区重选信息（异频邻小区和频率）
SIB5	小区重选信息（EUTRA邻小区和频率）
SIB6	ETWS基本通知
SIB7	ETWS辅助通知
SIB8	CMAS通知信息
SIB9	GPS/UTC时间信息

- MIB映射: 
- MIB在 $\text{SFN} \bmod 8 = 0$ 的无线帧初次发送, 80 ms周期内重复

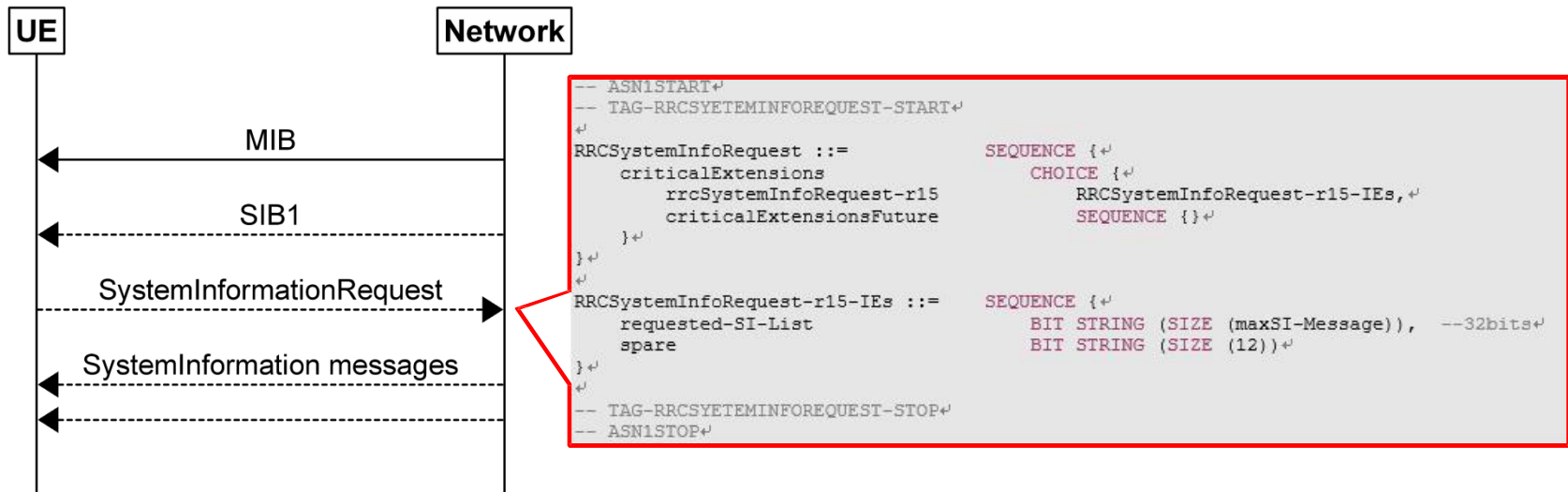


- UE解码MIB，可以获得包含SIB1 PDCCH的CORESET
- CORESET内的Type0-PDCCH公共搜索空间，通过盲检获取SIB1



# 其他SI消息获取流程

- SIB1中，如果存在没有进行广播的SIB，UE需要根据需求发送SI请求，以便获取相应SI



- 1、MIB的周期是（）  
A、5ms    B、10ms    C、20ms    D、80ms
- 2、下列系统消息中，总是发送的是（）  
A、MIB    B、SIB1    C、SIB2    D、SIB3
- 3、包含同频小区重选信息的系统消息是（）  
A、SIB2    B、SIB3    C、SIB4    D、SIB5
- 4、UE解码MIB获得其他系统消息的信息（）



5G物理层过程基础知识



小区搜索流程



随机接入过程



功率控制过程

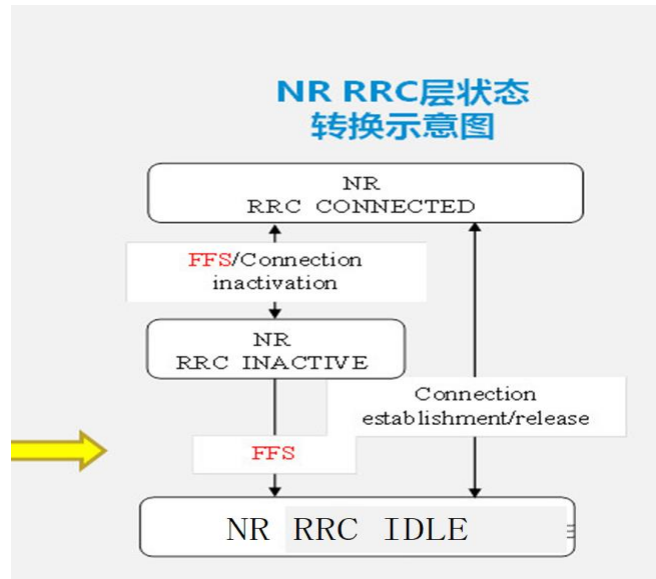


数据传输和资源调度

## □ 随机接入流程

- ✓ NR中，出发UE发起随机接入的时间类型和LTE类似：
- ✓ 包括：
- ✓ UE在idle状态下的初始接入
- ✓ RRC连接重建立
- ✓ RRC连接态时，上行失步状态下，下行数据到达
- ✓ RRC连接态时，上行失步状态下上行数据到达或者无可用的SR资源时
- ✓ 切换
- ✓ 波束管理中，波束失败回复过程，发起随机接入
- ✓ 从RRC inactive 状态到RRC连接状态

NR新增加





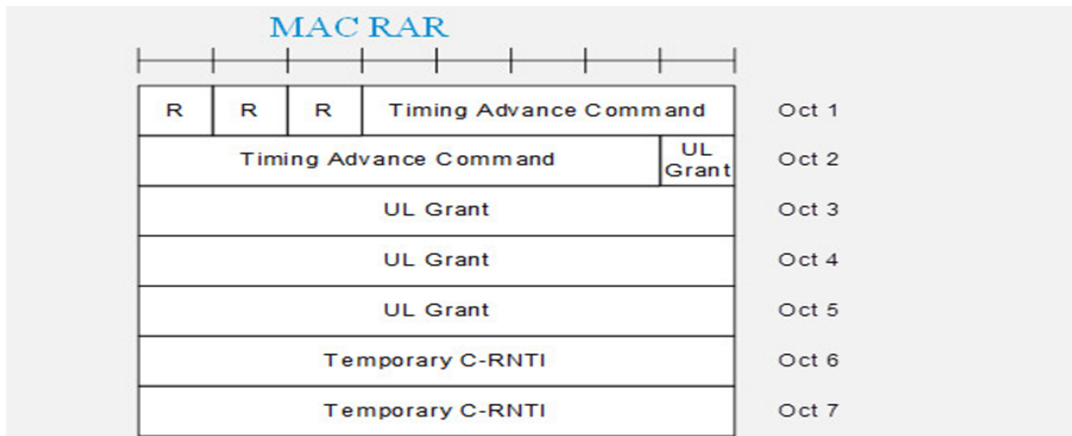
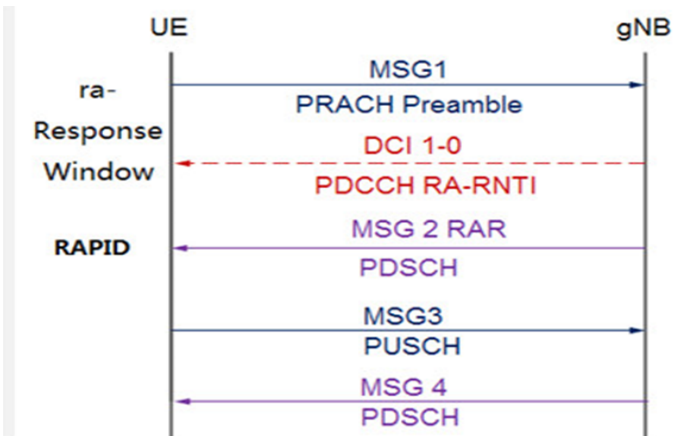
## □ PRACH 资源的选择

- ✓ UE获得随机接入所需配置后，可以发起初始随机接入流程，首先要选择Preamble资源。
- ✓ UE初始接入时：
- ✓ 选择一个满足RSRP门限要求的SSB（SSB和PRACH对应），发起接入，如果都不满足RSRP门限，则选择任意一个SSB
- ✓ 如果MSG3没有发送过，则根据Group A/B配置，判定MSG3大小，选择Group A或者GroupB的Preamble资源
- ✓ 如果MSG3重传，则选择Group A的Preamble资源
- ✓ 从当前SSB的Preamble Group 中等概率的随机选择RA-Preambleindex

## □ 随机接入流程

✓ NR随机接入总体流程和LTE类似

✓ MAC RAR结构定义和LTE类似



✓ NR初始随机接入过程中：

PRACH上行功控，Preamble重传，backoff机制，Temp C-RNTI分配，RAPID匹配，冲突解决，MSG3功控，MSG3/4 重传等机制均和LTE类似

## □ 波束切换

- ✓ LTE中，UE发送MSG1后，在随机接入响应窗口RA-Response Window范围内没有收到RAR，UE需要重发MSG1，重发时，要进行功率提升（RAMPING）
- ✓ 对于NR，重发MSG1时，UE要考虑是否需要重新选择SSB的波束
- ✓ 在满足RSRP门限内的SSB，可以更换SSB波束，也可以沿用上一次的波束
- ✓ 如果所有SSB都不满足RSRP门限，选择任意SSB
- ✓ 当UE继续用上次发送SSB波束重发MSG1时，需要功率攀升
- ✓ 当UE更换SSB波束发送MSG1时，不需要进行功率攀升
- ✓ 优先使用功率攀升发送，还是有限更换满足门限的SSB波束
- ✓ 规范没有强制要求，和UE实现有关

随机接入流程小结：

- ✓ NR的PRACH信道基于LTE设计，针对不同应用场景，频段部署，增加了更多的格式，随机接入流程的触发，基于竞争和基于非竞争接入等概念，NR和LTE差别不大；
- ✓ NR中，随机接入流程最大的变化就是基于波束的接入
- ✓ 下行基于SSB索引，上行基于PRACH Occasion
- ✓ 随机接入流程中的其他技术特点，LTE和NR原理基本一致，具体细节有差别。



5G物理层过程基础知识



小区搜索流程



随机接入过程

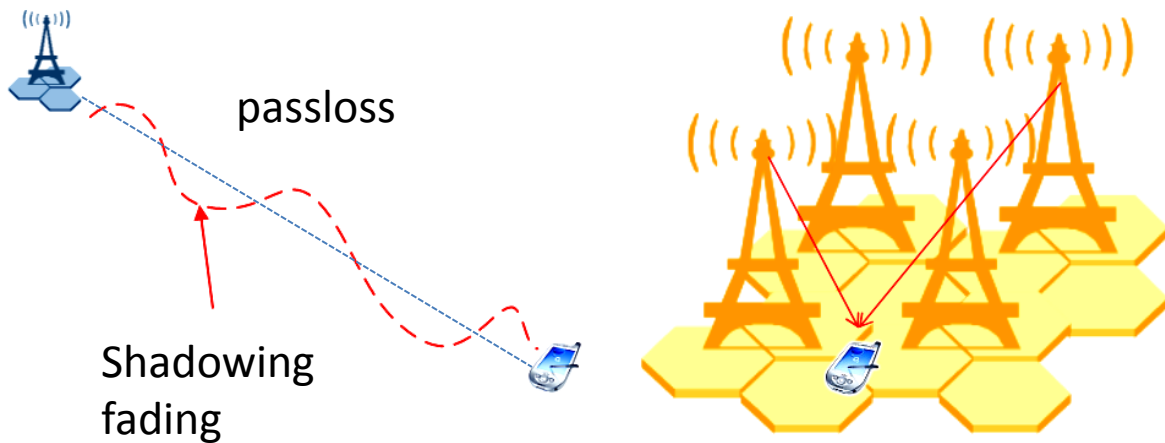


功率控制过程



数据传输和资源调度

- 功率控制主要用于：补偿信道的路径损耗和阴影衰落，抑制5G同频小区间干扰，保证网络覆盖和容量需求



NR下行功率控制和LTE类似，当前只采用固定功率分配策略，功控对象包含如下信道/信号：

- PBCH
- SS
- CSI-RS
- PDCCH
- PDSCH

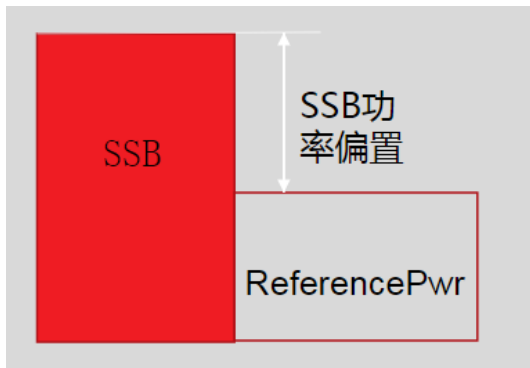
LTE中以CRS为基准功率，其他信道在CRS的功率基础之上做偏置，由于NR系统没有类似于LTE的小区级公共参考信号CRS，也不支持配置CRS功率

NR基准功率：通过界面配置的每通道功率MaxTransmitPower，内部计算得到小区基准功率ReferencePwr（物理含义为单通道每RE上的功率），所有下行信道和信号都可以通过在小区基准功率ReferencePwr上设置功率偏置的方式来进行功率控制

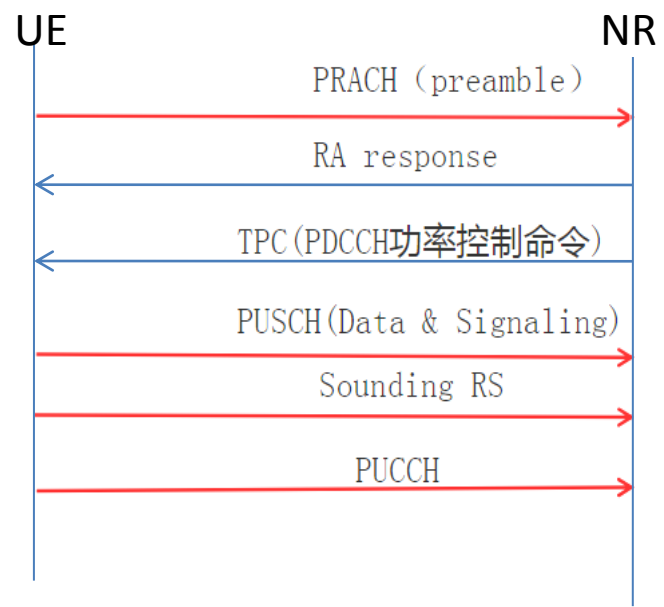
- ReferencePwr的计算方式：

$\text{ReferencePwr} = \text{MaxTransmitPower} / \text{带宽内子载波个数}$ ，其中：

MaxTransmitPower表示每个通道的最大发送功率

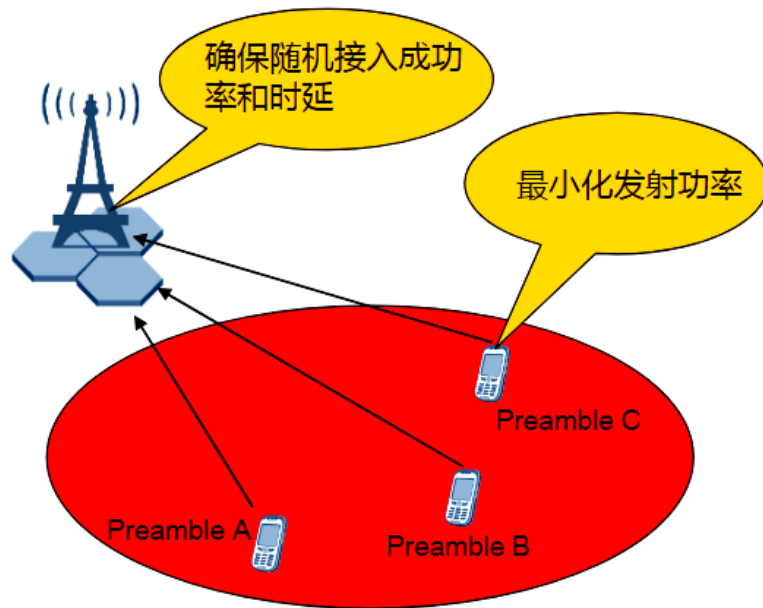






功控类型	功控对象
开环功控	PRACH
闭环功控	PUCCH
	PUSCH
	Sounding RS

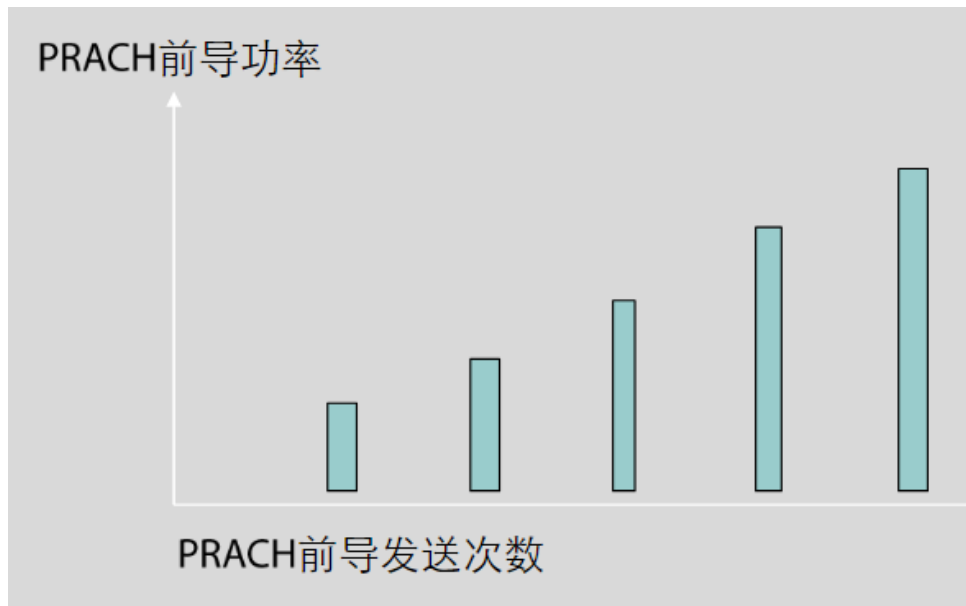
# PRACH的发射功率（开环）



# PRACH的发射功率（开环）



•PRACH功率=  $\min\{\text{gNB期望的目标功率} + \text{路径损耗} + (\text{前导第N次传输}-1) * \text{前导功率攀升步长} + \text{preamble, UE最大发射功率}\}$

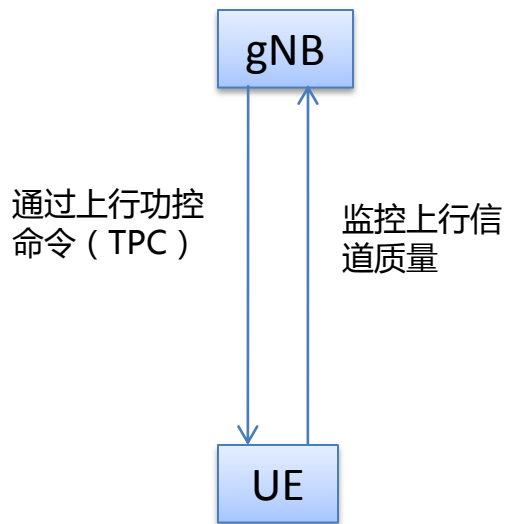


•如果随机接入preamble尝试失败，UE可能增加发射功率以尝试下一个RA Preamble

# PUSCH/PUCCH/SRS的功率控制（闭环）

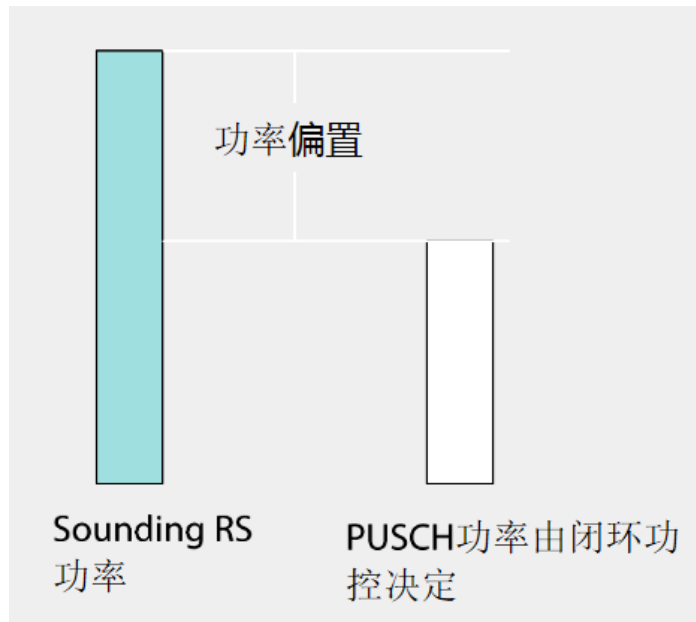


UE根据PUSCH和PUCCH的目标功率，结合上行路损和其他参数配置计算上行发射功率，基站根据上行的信号质量对UE的发射功率进行动态调整



TPC命令	累计模式 (PUSCH/PUCCH/SRS)	绝对模式 (PUSCH/SRS)
0	-1	-4
1	0	-1
2	1	1
3	3	4

# SRS功率控制（依赖PUSCH）



SRS功率是在PUSCH的功率加一个偏置



**5G物理层过程基础知识**



**小区搜索流程**



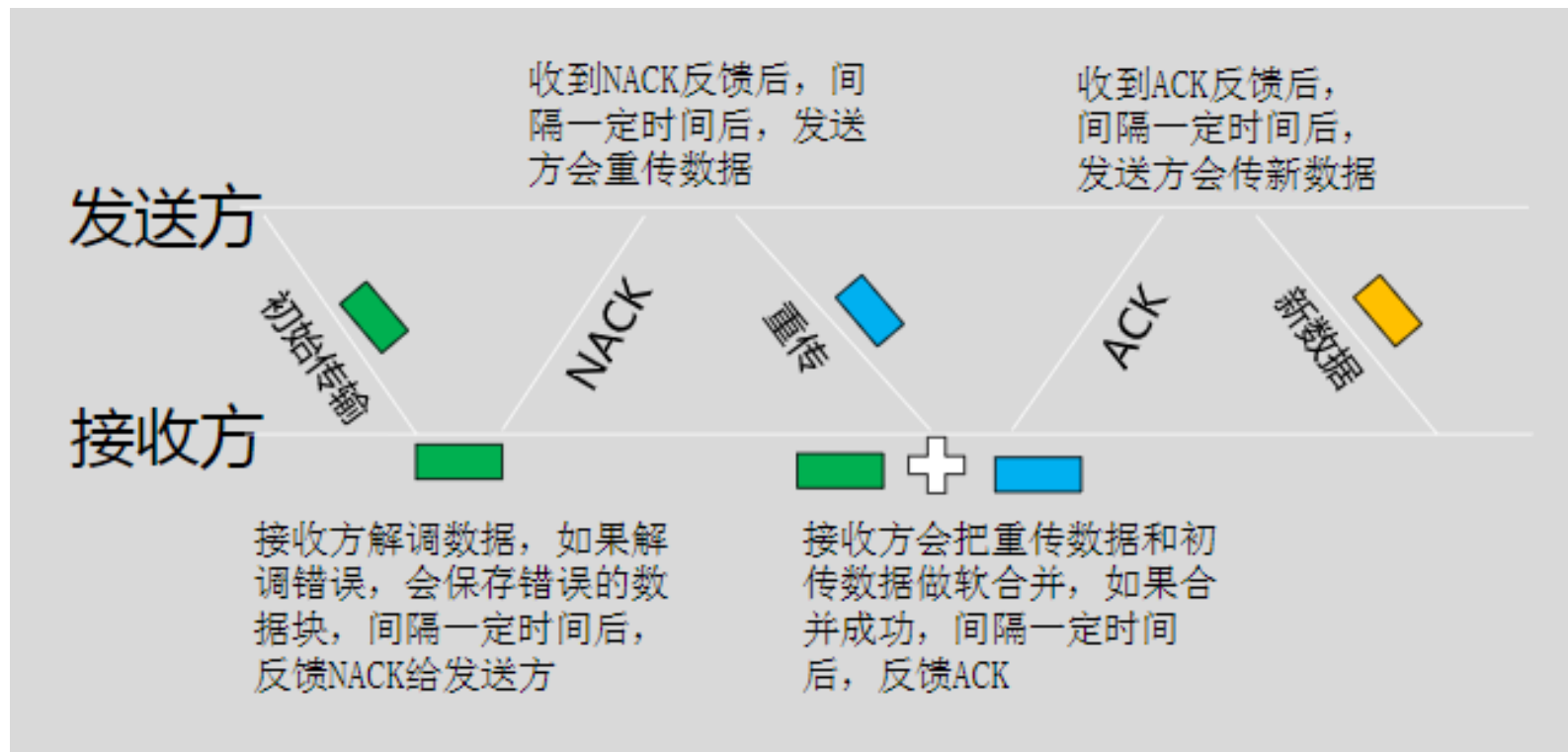
**随机接入过程**



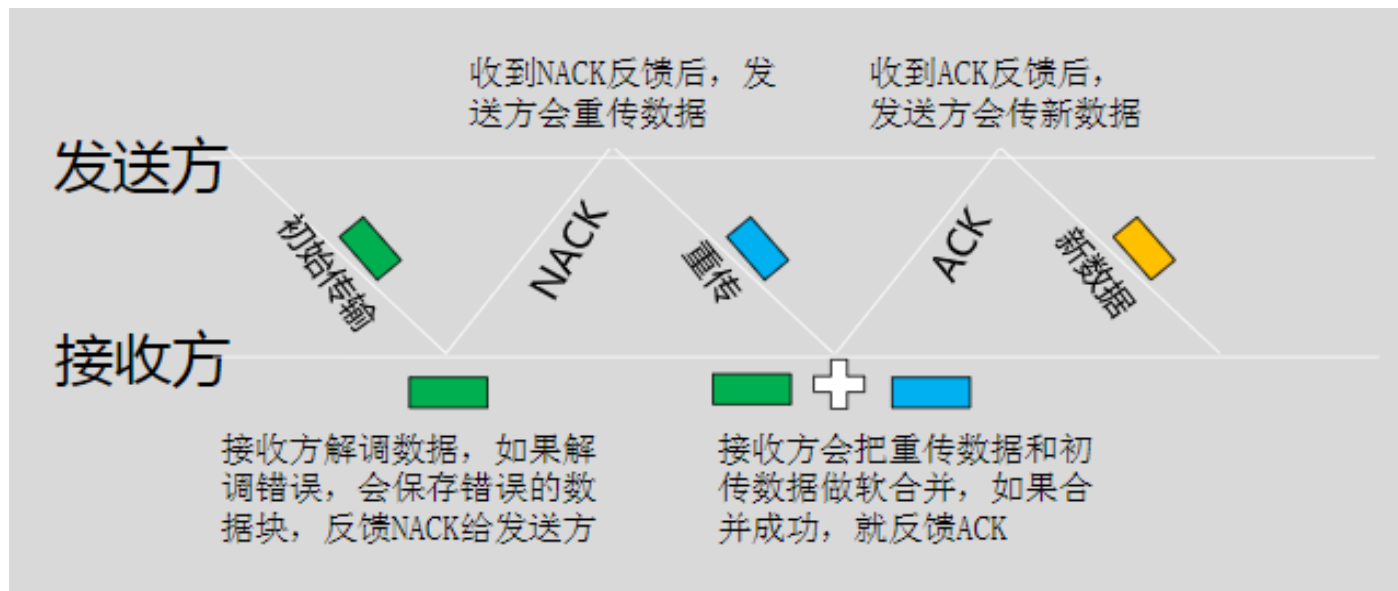
**功率控制过程**



**数据传输和资源调度**



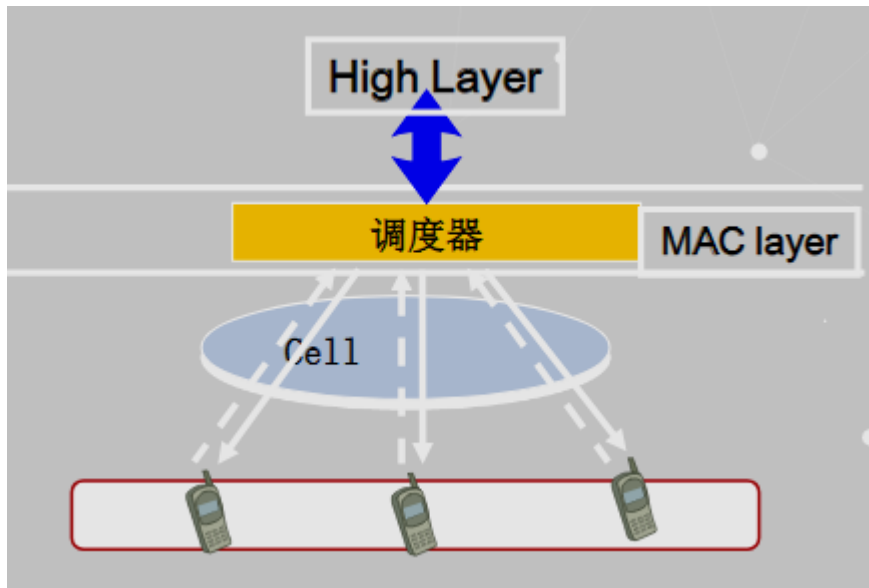
5G上下行链路采用异步HARQ协议：重传在上一次传输之后的任何可用时间上进行，接收端需要被告知具体的进程号





- NR中每个HARQ反馈信息可以针对一个上下行TB块，也可以针对Code BlockGroup码块组，即当一个TB块分为多个CBG码块组传输时，每个HARQ反馈bit信息对应一个CBG码块组;
- 在没有下行空分复用时，一次调度传输一个TB块，一个HARQ进程对应一个TB块，在开启下行空分复用时，一次调度传输多个TB块(最多2个)，一个HARQ进程对应1或者2个TB块;
- 在进行上下行传输时，在MAC层，每个小区有一个HARQ Entity实体，上下行独立。
- 每个HARQ实体包含了多个并行的HARQ进程;
- HARQ进程的数量，在RRC层配置，NR中UE最多支持16个(每个服务小区)，在不配置的情况下，默认为8个

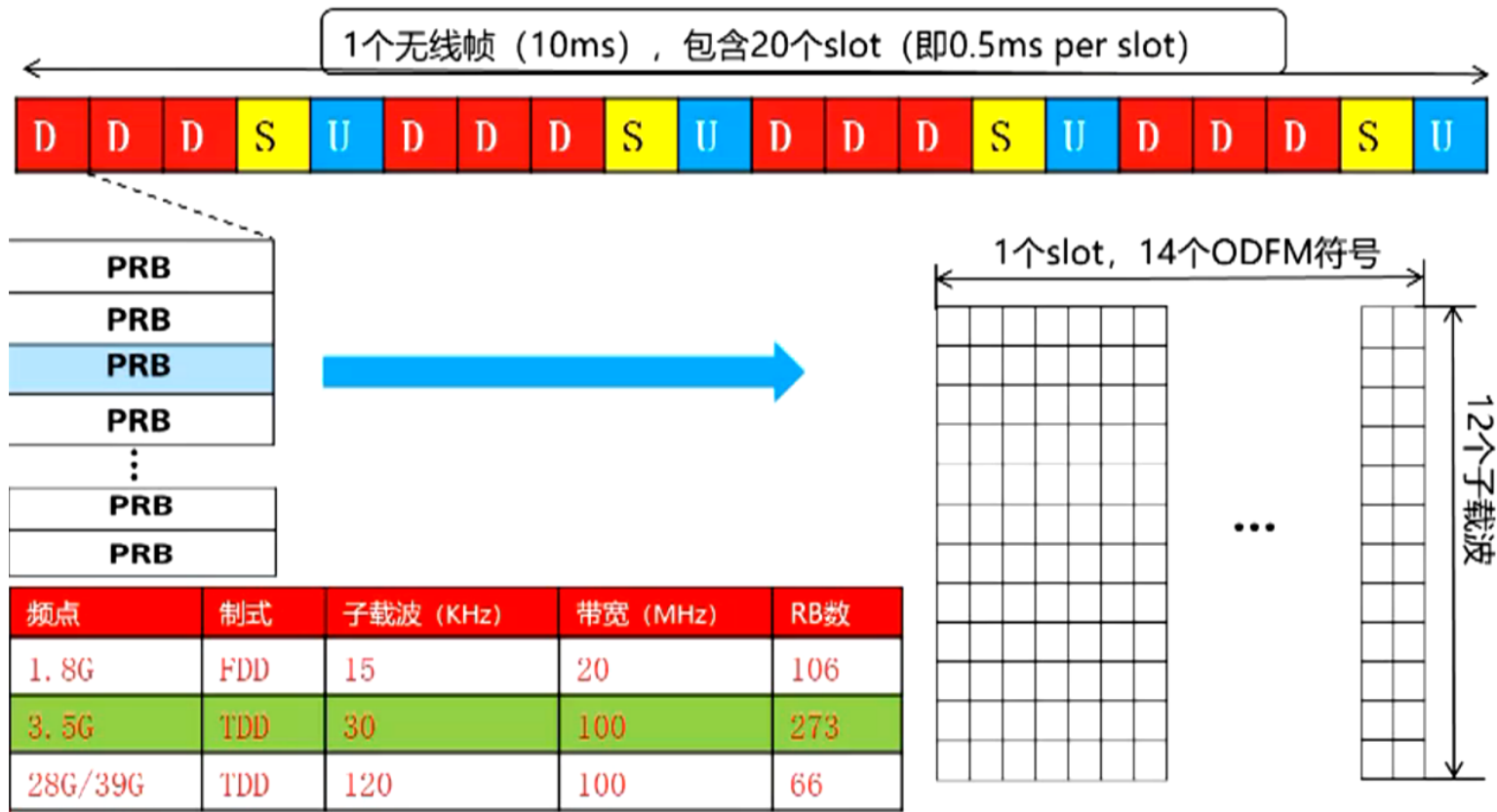
在5G系统中，有大量的物理资源，也会有大量的用户，调度的目的就是将用户的资源放到合适的物理资源上发送给接收端

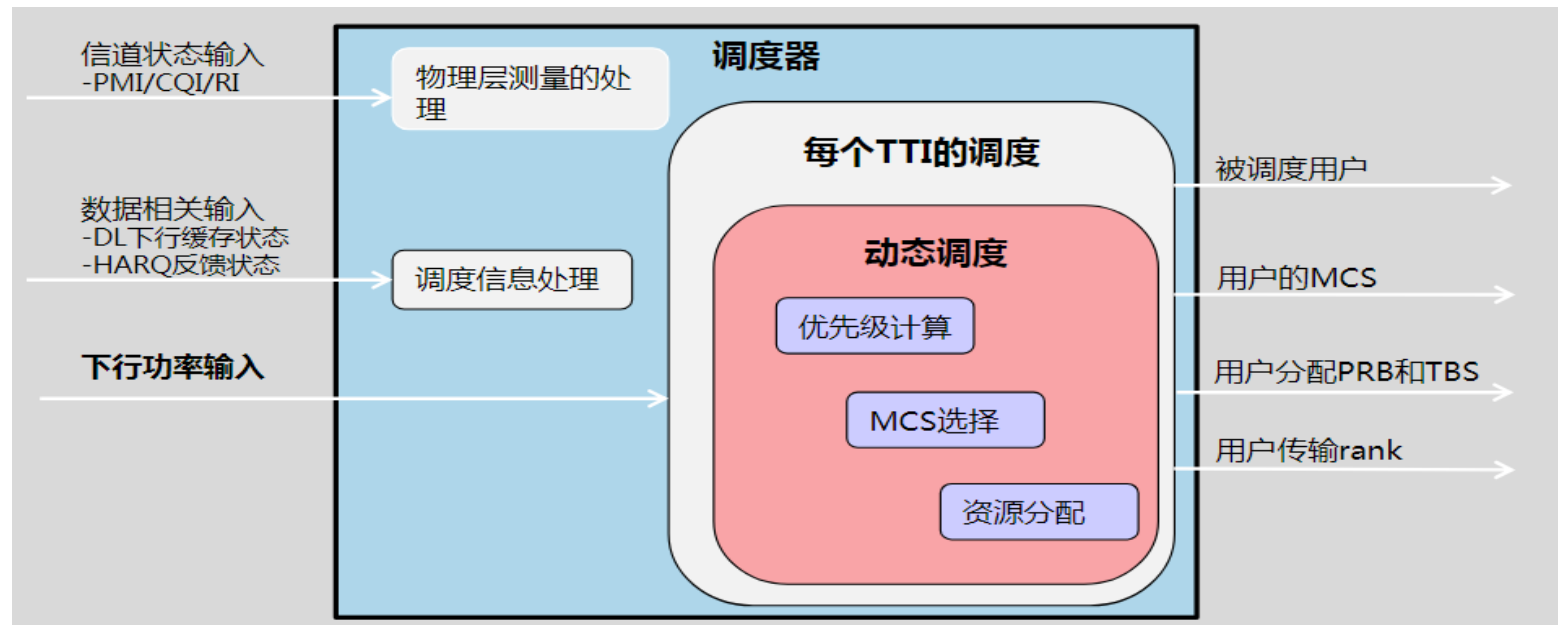


- 调度器：MAC
- 调度的对象：PDSCH、PUSCH
- 调度信息的传递：PDCCH
- 调度的其他要素

调度周期TTI：

- 时隙级调度、符号级调度
- 帧结构配置





下行数据量、层数、  
功率使用情况等



## RB数的初步估算

$$\text{数据量} = N_{\text{prb}} * N_{\text{re}} * v * Q_m * R$$

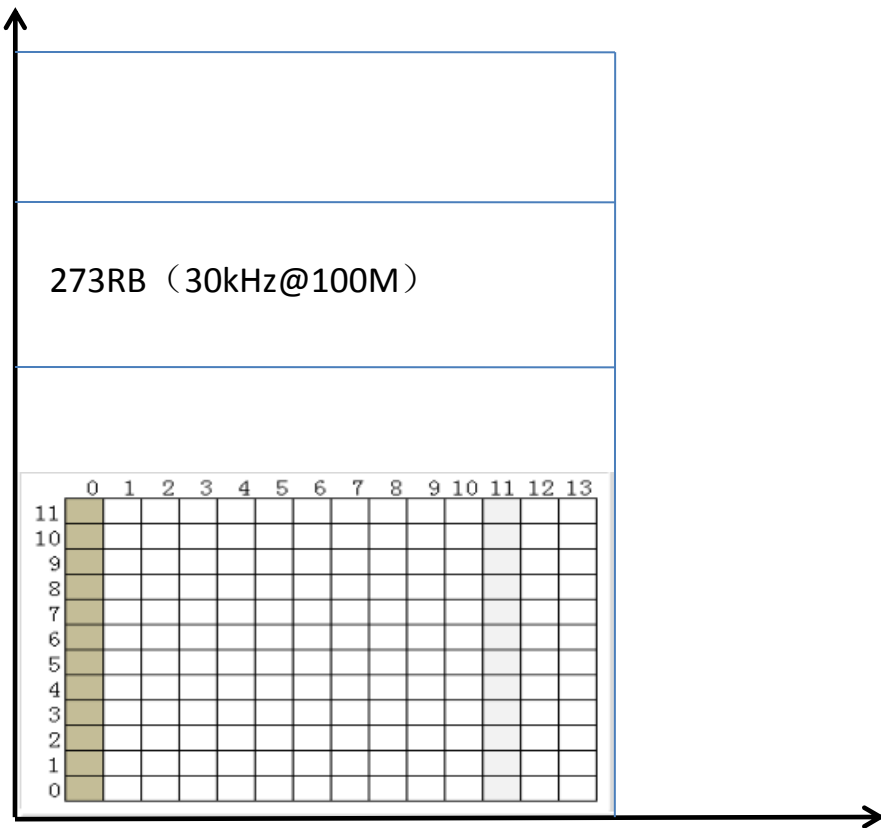
Nprb:需要的RB个数

Nre : 一个RB内的RE个数

$v$  : MIMO的层数

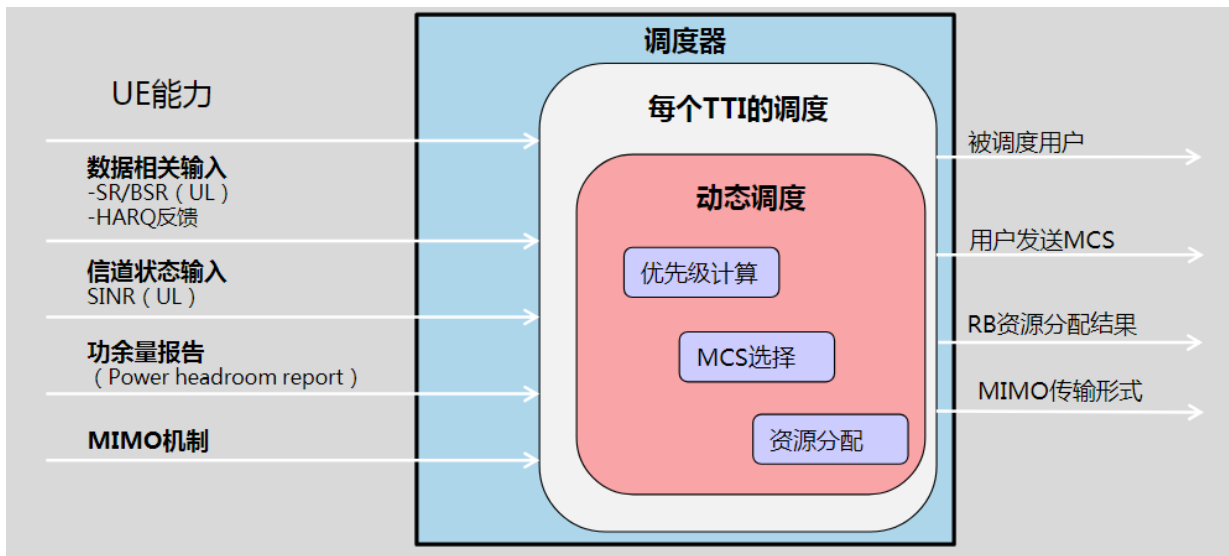
$Q_m$ :调制效率

R:编码效率



上行调度和下行调度流程基本类似，主要区别如下：

- 下行基站中有下行的数据缓存状况，而上行手机中缓存的数据需要手机上报上行缓存报告BSR
- 上行手机发射功率余量需要上报
- 上行MCS的映射主要参考上行SRS和DMRS
- 手机中的MAC层会进行二次调度



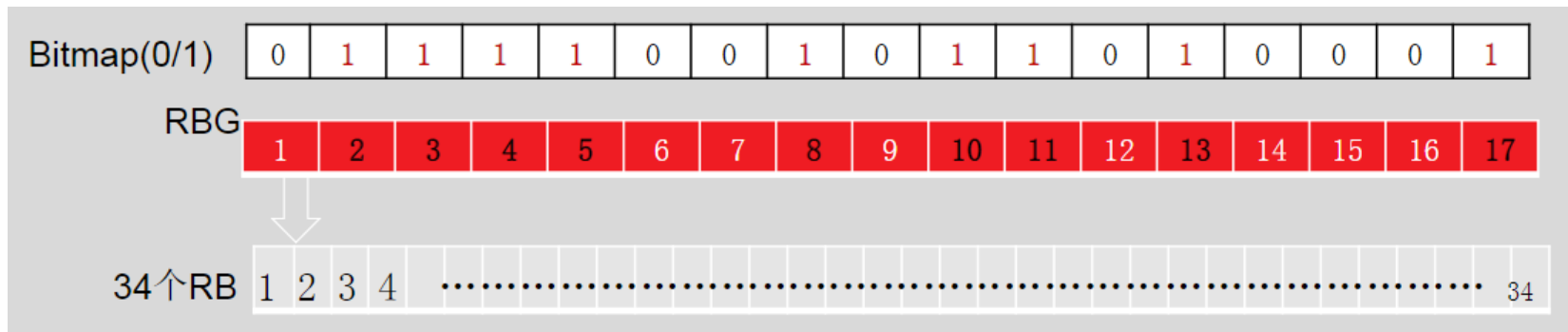
# 调度RB信息的传递（类型0）



基站为UE分配RB之后会通过PDCCH的bitmap字段通知该UE分配的RB个数及RB位置信息bitmap的生成如下：

- 以下行带宽34RB举例：

RBG大小为2，那么34个RB可划分为 $34/2=17$ 个RBG，假设给UE调度的资源为18个RB，映射的RBG为2、3、4、5、8、10、11、13、17，则bitmap如下：



计算在5G 100Mhz 子载波取30Khz，调制方式为256QAM调制，MIMO为8层、编码效率为0.92，上下行时隙配比为DDDSU，控制信道开销为25 %，计算每秒下行最大调度次数和下载速率是多少？



- ✓ 物理下行链路共享信道 ( PDSCH ) 支持基于闭环解调参考信号 ( DMRS ) 的空间复用。
- ✓ 类型1和类型2 DMRS分别 支持多达8个和12个正交DL DMRS端口。
- ✓ 对于SU-MIMO，每个UE支持多达8个正交DL DMRS端口，并且MU-MIMO 支持每个UE多达4个正交DL DMRS端口。 SU-MIMO码字的数量是1-4层传输的数量，而2-8层传输的数量是2。 使用相同的预编码矩阵发送DMRS和对应的PDSCH，并且UE不需要知道预编码矩阵来解调传输。 发射机可以针对传输带宽的不同部分使用不同的预编码器矩阵，从而产生频率选择性预编码。 UE还可以假设在表示为预 编码资源块组 ( PRG ) 的一组物理资源块 ( PRB ) 上使用相同的预编码矩阵。

- ✓ 具有各种调制方案和信道编码率的链路自适应（AMC：自适应调制和编码）被应用于PDSCH。
- ✓ 将相同的编码和调制应用于属于在一个TTI内和在MIMO码字内调度给一个用户的相同L2 PDU的所有资源块组。对于信道状态估计目的，UE可以被配置为测量CSI-RS并基于CSI-RS测量来估计下行链路信道状态。
- ✓ UE将估计的信道状态反馈给gNB以用于链路自适应。

- ✓ PBCH上的MIB向UE提供用于监视PDCCH的参数，用于调度承载SIB1的PDSCH。
- ✓ PBCH还可以指示不存在关联的 SIB1，在这种情况下，UE可以指向从哪里搜索与SIB1相关联的同步信号和PBCH块的另一频率以及UE可以假设 的频率范围。
- ✓ 不存在与SIB1相关联的同步信号和PBCH块。
- ✓ 所指示的频率范围被限制在检测到同步信号和PBCH 块的同一运营商的连续频谱分配内。
  -

- ✓ 对于基于码本的传输，gNB在DCI中向UE提供发送预编码矩阵指示。
- ✓ UE使用该指示从码本中选择PUSCH发送预编码器。对于基于非码本的传输，UE基于来自DCI的宽带SRI字段确定其PUSCH预编码器。
- ✓ PUSCH支持基于闭环DMRS的空间复用。对于给定的UE，支持多达4层传输。代码字的数量是一个。当使用变换预编码时，仅支持单个MIMO层传输。支持插槽中1到14个符号的传输持续时间。支持TB重复的多个时隙的聚合。支持两种类型的跳频，时隙内跳频，以及在时隙聚合的情况下，时隙间跳频。
- ✓ 可以在PDCCH上使用DCI调度PUSCH，或者可以在RRC上提供半静态配置的授权，
- ✓ 其中支持两种类型的操作：
  - - 使用DCI触发第一PUSCH，随后在DCI上接收到RRC配置和调度之后的PUSCH传输，
  - - 通过数据到达UE的发送缓冲器来触发PUSCH，并且PUSCH传输遵循RRC配置。

- ✓ 基本调度流程
- ✓ 为了有效地利用无线资源，gNB中的MAC包括为下行链路和上行链路分配物理层资源的动态资源调度器。在本子条款中，根据调度流程操作，调度流程决策的信令和测量给出了调度流程的概述。
- ✓ 调度流程操作：
  - ✓ - 考虑到UE缓冲器状态以及每个UE和相关无线承载的QoS要求，调度器在UE之间分配资源;
  - ✓ - 调度器可以分配资源，考虑通过在gNB处进行的测量和/或由UE报告而识别的UE处的无线条件;
  - ✓ - 调度器以时隙为单位分配无线资源（例如，一个小时隙，一个时隙或多个时隙）;
  - ✓ - 资源分配由无线资源（资源块）组成。调度流程决策的信号：
    - ✓ - UE通过接收调度（资源分配）信道来识别资源。支持调度流程操作的测量：
      - ✓ - 上行链路缓冲器状态报告（测量在UE中的逻辑信道队列中缓冲的数据）用于提供对QoS感知的分组调度的支持。
      - ✓ - 功率余量报告（测量标称UE最大发射功率与上行链路传输的估计功率之间的差异）用于为功率感知分组调度提供支持。

- 在下行链路中，gNB可以经由PDCCH上的C-RNTI动态地将资源分配给UE。UE始终监视PDCCH以便在其下行链路接收被启用时找到可能的指派（在配置时由DRX控制的活动）。
- 配置CA时，相同的C-RNTI适用于所有服务小区。gNB可以利用对另一UE的等待时间的传输来抢占正在进行的PDSCH传输到一个UE。
- gNB可以配置UE以在PDCCH上使用INT-RNTI来监视中断的传输指示。如果UE接收到中断的传输指示，则UE可以假设该指示中包括的资源单元没有携带到该UE的有用信息，即使这些资源单元中的一些已经被调度到该UE。
- 另外，利用半持续调度（SPS），gNB可以为UE进行初始HARQ传输的下行链路资源：RRC定义配置的下行链路指配的周期性，而寻址到CS-RNTI的PDCCH可以发信号通知并激活配置的下行链路。分配，或停用它；
- 即，寻址到CS-RNTI的PDCCH指示可以根据RRC定义的周期性隐式地重用下行链路指配，直到去激活。注意：当需要时，在PDCCH上明确地调度重传。当配置的下行链路指配是活动的时，如果UE在PDCCH上找不到其C-RNTI，则假设根据配置的下行链路指派的下行链路传输。
- 否则，如果UE在PDCCH上找到其C-RNTI，则PDCCH分配优先于配置的下行链路指派。
- 当配置CA时，每个服务小区最多可以用信号通知一个配置的下行链路指配。当配置BA时，每个BWP可以发信号通知最多一个配置的下行链路指配。在每个服务小区上，一次只能有一个配置的下行链路指配有效，并且多个配置的下行链路指配可以仅在不同的服务小区上同时有效。配置的下行链路指配的激活和去激活在服务小区之间是独立的。

- ✓ 在上行链路中，gNB可以经由PDCCH上的C-RNTI动态地将资源分配给UE。UE始终监视PDCCH，以便在其下行链路接收被启用时找到用于上行链路传输的可能许可（在配置时由DRX控制的活动）。
- ✓ 配置CA时，相同的C-RNTI适用于所有服务小区。另外，利用配置授权，gNB可以将用于初始HARQ传输的上行链路资源分配给UE。
- ✓ 定义了两类配置的上行链路授权：
  - 对于类型1，RRC直接提供配置的上行链路授权（包括周期性）。
  - 对于类型2，RRC定义配置的上行链路授权的周期性，而寻址到CS-RNTI的PDCCH可以发信号通知并激活配置的上行链路授权，或者将其去激活；即，寻址到CS-RNTI的PDCCH指示可以根据RRC定义的周期性隐式地重用上行链路许可，直到去激活。当配置的上行链路许可是活动的时，如果UE在PDCCH上找不到其C-RNTI / CS-RNTI，则可以进行根据配置的上行链路许可的上行链路传输。否则，如果UE在PDCCH上找到其C-RNTI / CS-RNTI，则PDCCH分配优先于配置的上行链路授权。
- ✓ 除了重复之外的重传通过PDCCH明确地分配。配置CA时，每个服务小区最多可以发信号通知一个配置的上行链路授权。当配置BA时，每个BWP最多可以发信号通知一个配置的上行链路授权。在每个服务小区上，一次只能有一个配置的上行链路授权。针对一个服务小区的配置的上行链路授权可以是类型1或类型2。对于类型2，配置的上行链路授权的激活和去激活在服务小区之间是独立的。当配置SUL时，仅可以针对该小区的2个UL中的一个发信号通知配置的上行链路授权。